RUNDFUNK!



UNION DEUTSCHE VERLAGSGESELLSCHAFT



DIE TELEFUNKEN-BUCHREIHE

Band 2:

Rundfunk! Wer lernt mit?

Von

Gustav Büscher

1. bis 25. Tausend

Mit 220 Abbildungen

Preis: RM 1,40

UNION DEUTSCHE VERLAGSGESELLSCHAFT BERLIN

RUNDFUNK!

Wer funkt mit?

Von

Gustav Büscher

Mit 220 Abbildungen



UNION DEUTSCHE VERLAGSGESELLSCHAFT BERLIN

Erstes bis fünfundzwanzigstes Tausend

Printed in Germany — Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft
Berlin SW 19

INHALT

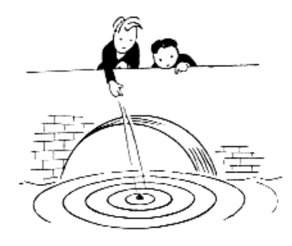
VORWORT

Dies ist keine wissenschaftliche Abhandlung, dies ist kein technisches Lehrbuch. Der Verfasser will nur die Tore vor der Wunderwelt der Rundfunktechnik ein klein wenig öffnen. Sein Mühen ist reichlich belohnt, wenn es ihm gelingen sollte, die Leser dahin zu bringen, daß sie den Wunsch haben, noch mehr, noch viel mehr über diese Dinge zu hören.

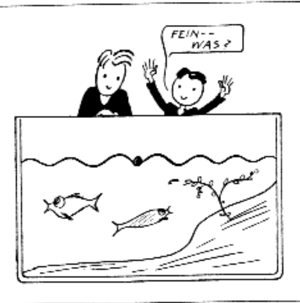
Berlin, im Herbst 1935

1. VOM WASSER HABEN WIR'S GELERNT ...

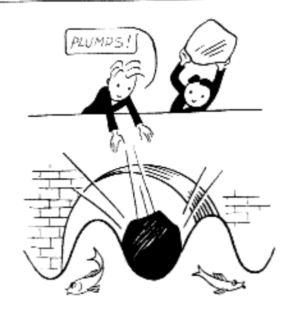
(Von Wasserwellen)



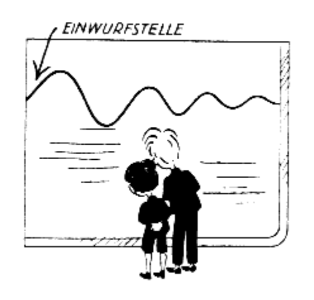
Diese Jungs hier werfen Steinchen ins Wasser und freuen sich über die herrlichen runden Kringel, die die Wasserwellen — sich ausbreitend — bilden.



Mit ein klein wenig Phantasie können wir uns sicherlich vorstellen, daß in Wasser und Erdreich eine große Glaswand aufgebaut wird, so daß wir die Vorgänge im Wasser wie in einem Aquarium beobachten können.



Bald wird das den Jungs mit den kleinen Steinchen zu langweilig und sie holen sich dicke Brocken heran. Das Wasser — wir denken es uns wieder durch die Aquariumscheibe beobachtet — macht viel höhere Wellen.



Doch nun wollen wir uns die Wellen hinter der Glaswand, also im Schnitt, einmal genauer ansehen. Ganz links im Bild war die „Einwurfstelle“ oder die „Erregerstelle“, von der die Wellen ausgehen. Wir stellen fest: nach rechts hin werden die Wellen schwächer und schwächer. Sie nehmen an Höhe ab, je weiter sie sich von der Einwurfstelle entfernen.



Nehmen wir nun weiter an, daß ein ganz dicker Stein ins Wasser geworfen wurde, so daß die Abnahme der Wellenhöhe in diesem kleinen Ausschnitt kaum merklich wird, dann haben die Jungens dieses Bild vor sich. — Sie erkennen „Wellenberge“ und „Wellentäler“.



Der Physiker bezeichnet mit „Welle“ die Entfernung vom Anfang eines Wellenberges bis zum Ende des gleich anschließenden Wellentales. Das ist eine W e l l e n - l ä n g e.



Doch kehren wir zu unserem Riesenaquarium zurück. Da können wir uns sicher auch ganz schwache Wellen vorstellen (hervorgerufen durch das Einwerfen eines kleinen Steines . . .)



... oder aber starke Wellen (hervorgerufen durch Einwerfen eines großen, dicken, schweren Steines).



Dabei wird der Physiker feststellen: Obwohl einmal eine schwache Welle und einmal eine starke Welle, so kann doch die Wellenlänge in beiden Fällen dieselbe sein. Wir sehen also, daß die Wellenlänge mit der Stärke der Welle nichts zu tun hat.



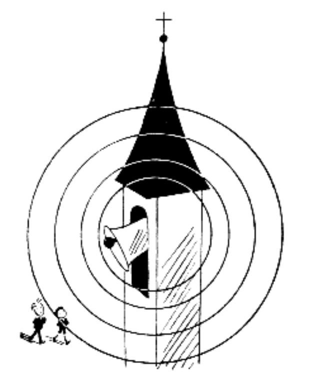
Es gibt die verschiedensten Wellenlängen, lange, mittellange, kurze, ganz kurze. Wir werden uns noch mit den verschiedenen Arten zu befassen haben.



Werfen wir noch einen Blick von der Brücke herab auf die Wasserwellen, um zu beobachten, wie sie sich kreisförmig ausbreiten und machen wir dann im Geiste einen Sprung zu einer anderen Art von Wellen, die wir nicht sehen können, zu den Schallwellen.

2. HÖRT IHR'S SCHALLEN HOCH VOM TURM ...

(Von Schallwellen)

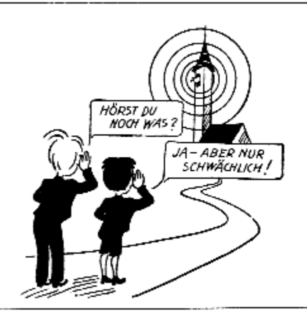


Schallwellen sind Luftwellen; sie breiten sich rings um die Erregerstelle aus, ganz ähnlich wie Wasserwellen. Nur können wir sie nicht sehen, dafür aber hören.

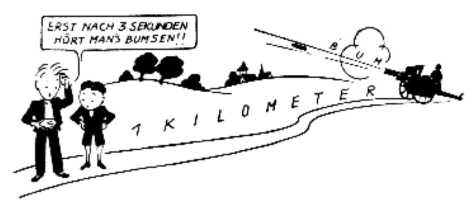


Auch sie nehmen an Stärke ab, je weiter sie sich von der Erregerstelle entfernen.

Hier hört man den Schall entsetzlich laut, aber . . . . .



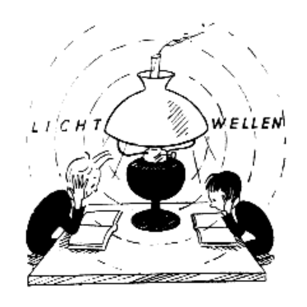
. . . . . hier, weiter entfernt, dringt der Schall nur noch schwach an unser Ohr. Die Schallwellen sind schwächer und schwächer geworden.



Noch eins: Die Schallwellen brauchen ziemlich viel Zeit, um Entfernungen zu überbrücken! Sie bewegen sich nur mit 333 m Geschwindigkeit in der Sekunde fort.

3. LEUCHTENDE WELLEN

(Von Lichtwellen)



Eines Tages wußten die Gelehrten nicht mehr aus noch ein. Sie hatten entdeckt, daß auch das Licht ebenso wie der Schall eine Wellenbewegung ist: Das Licht der Sonne, der Glühbirne, der Petroleumlampe. Aber die Geschichte hatte einen Haken. Bei den Wasserwellen war es ganz einfach, das Wasser und seine Wellen konnte man sehen. Was aber war mit diesen merkwürdigen Lichtwellen? Luftwellen waren es nicht, denn Licht durchdringt auch den luftleeren Raum. Große Verlegenheit — bis jemand darauf kam: Erfinden wir doch einfach ein Medium, das wir „Aether" nennen und sagen wir: Lichtwellen sind Aetherwellen. Mit diesem geheimnisvollen gedachten Etwas, dem Aether, denkt sich seitdem der Physiker den ganzen Weltenraum ausgefüllt und benutzt ihn zur Aufstellung seiner Theorien.

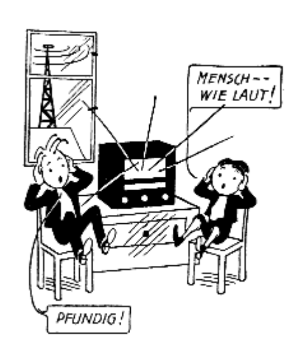
Das Licht hat wiederum, da es eine Wellenbewegung ist, ähnliche Ausbreitungseigenschaften wie Wasserwellen oder Schallwellen. Aber ein ganz wesentlicher Unterschied zeichnet es von den Schallwellen aus. Seine Fortbewegung geschieht gewaltig schneller: es saust mit 300 000 km sekundlicher Geschwindigkeit durch den Raum. Deshalb sieht man beim Abschießen einer fernen Kanone auch zuerst das Aufblitzen, fast im gleichen Augenblick, und hört den Knall viel später. Beim Gewitter sehen wir den Blitz und hören manchmal erst viele Sekunden später den Donner.

4. SENDEWELLEN

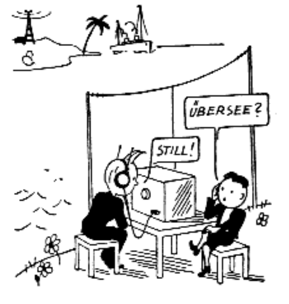
(Von elektrischen Wellen)



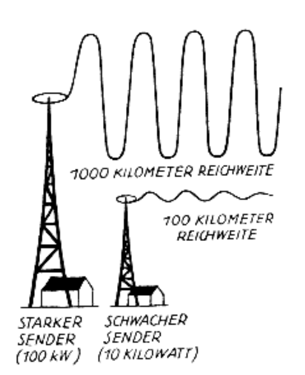
Ein letzter Sprung führt uns zu den „elektrischen Wellen", die von den Rundfunksendern oder den Telegrafiesendern ausgestrahlt werden. Wieder handelt es sich um unsichtbare Aetherwellen höchster Geschwindigkeit: 300 000 km in der Sekunde (wie beim Licht). Sonst aber liegen wieder ähnliche Ausbreitungsverhältnisse vor wie bei den anderen Wellenarten.



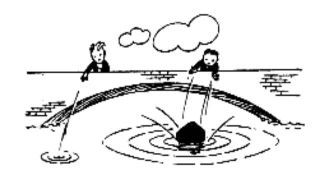
In der Nähe der Sendestelle (Erregerstelle) sind die Wellen noch stark, nehmen unterwegs auf langer Strecke an Stärke ab, werden schließlich . . .



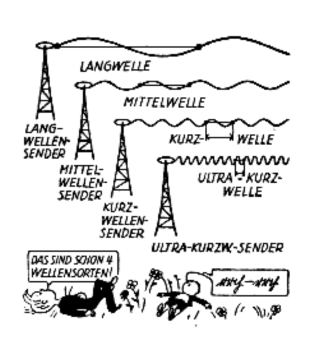
. . . ganz schwach und gleichzeitig schwerer und schwerer wahrnehmbar.



Ein Sender, der starke Wellen aussendet, also ein starker Sender, wird in größerer Entfernung gut zu hören sein, besser als ein schwacher Sender, der nur eine schwache Welle erzeugt.



So würde auch beim Wasservergleich ein großer Stein eine kräftigere und in weiterem Umkreise bemerkbare Wasserwellenbewegung hervorrufen als ein kleiner.



Wie wir das beim Wasser beobachten konnten, gibt es auch bei elektrischen Wellen Wellenlängenunterschiede. Da gibt es „lange Wellen", „mittellange Wellen", „kurze Wellen", ja sogar „ultrakurze Wellen". Das hat nichts damit zu tun, ob diese einzelnen Wellenarten stark oder schwach abgesendet werden.


LANGER KERL 1 „STARK"

Dabei brauchen wir nur an diesen Vergleich zu denken: Ein langer Kerl kann dick und stark sein . . .


LANGER KERL 2 „SCHWACH"

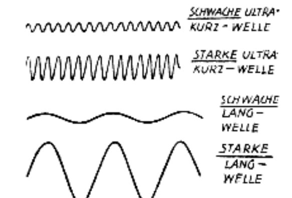
während ein ebenso langer dünn und schwach ist.



So kann eine lange Welle stark sein, . . .



und eine andere, ebensolange Welle — von schlechteren Eltern — kann schwach sein.



Hier sind zum Beispiel nebeneinandergestellt zwei gleichlange ultrakurze Wellen verschiedener Stärke und zwei gleichlange „Lange Wellen", von denen die eine schwach, die andere stark ist.

5. WELLEN NACH MASS

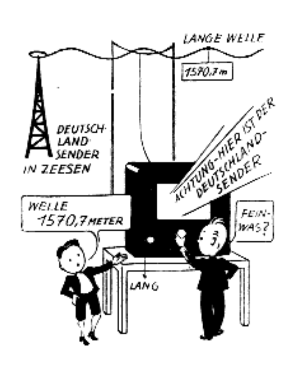
(Meter und Kilohertz)



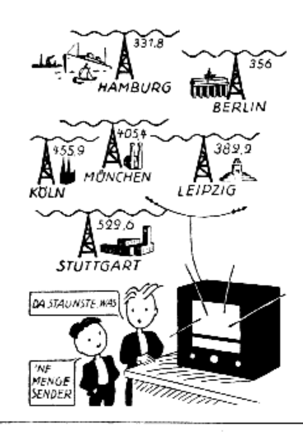
Da man Längen mit dem Metermaß zu messen pflegt, so hat man diese Gepflogenheit auch beim Messen der Wellenlängen beibehalten. Hier haben die beiden Jungs eine Welle an die Hauswand gemalt und erproben praktisch ihr neu geschöpftes Wissen: sie messen eine Wellenlänge mit dem Metermaß.



Im Rundfunkbetrieb haben wir es zunächst mit drei Wellensorten zu tun. Das wissen wir sicherlich alle schon, denn an jedem modernen Rundfunkempfänger befindet sich ein Knopf zum Einstellen der Wellenbereiche „lang“, „mittel“, „kurz“.

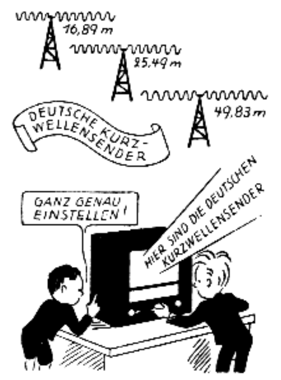


Auf dem Langwellenbereich finden wir nur einen deutschen Rundfunksender, dafür aber einen sehr wichtigen, den Deutschlandsender. Seine Wellenlänge ist gar nicht so klein, sie zählt über 1½ km, nämlich 1570,7 m.



Auf dem eigentlichen Rundfunkwellenbereich, dem **Mittelwellenbereich**, melden sich alle anderen deutschen Reichssender: Berlin, Leipzig, Frankfurt, Köln, München, Breslau, Stuttgart, Königsberg usw.

Hier liegen die Wellen etwa zwischen 200 bis 800 m, während der Langwellenbereich etwa von 800 m an aufwärts bis 2000 m zu rechnen ist.



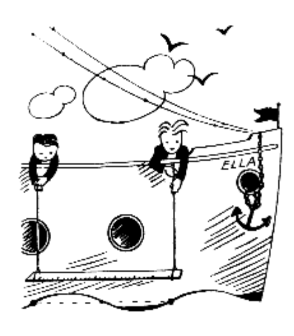
Auf dem **Kurzwellenband** finden wir die für die Ueberseesendungen bestimmten deutschen Kurzwellensender.

Diese Wellenart hat das „Band" von 10 m aufwärts bis 100 m Wellenlänge belegt.

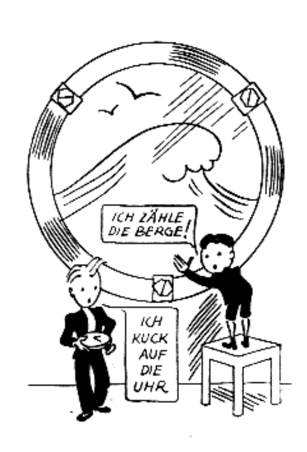


Vornehmlich für Fernsehzwecke werden **ultrakurze Wellen** benutzt, deren Gebiet zwischen 1 und 10 m liegt. Weshalb man gerade diese ganz kurzen Wellen für das Fernsehen ausgesucht hat, werden wir später noch hören.

Vorher müssen wir uns noch mit einer anderen wichtigen Frage beschäftigen, nämlich mit der Frage, ob es nicht doch vielleicht eine geschicktere und bessere Art der Wellenmessung als die mit Hilfe des Metermaßes gibt. Die gibt es tatsächlich, und sie führt sich mehr und mehr ein. Man kann die Wellen nämlich nicht nur nach ihrer Länge messen, sondern auch nach der Häufigkeit des sekundlichen Auftretens ihrer Wellenberge bzw. ihrer Wellentäler.

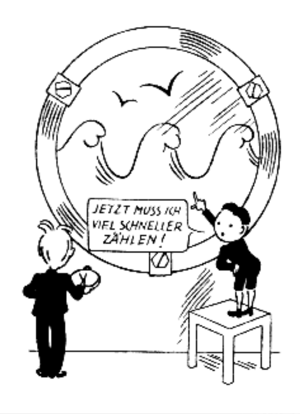


Zum Zwecke dieser Untersuchung haben sich unsere beiden Jungs an Bord eines Dampfers begeben. Hier beugen sie sich über die Reeling und versuchen die Wasserwellen mit der alten Methode zu bestimmen: ein bißchen schwierig und umständlich. So kommt der eine von den beiden auf die Idee: „Laß uns mal in die Kajüte hinuntergehen und die Wellen durch die Bullaugen betrachten . . .



Jetzt kommen gerade lange Wellen vorbei. Ich zähle die vorbeikommenden Wellenberge und Du schaust dabei auf die Uhr.“ —

Etwas später wurden die Wellen anders, viel kürzer. Wiederum zählen die beiden Jungs die in bestimmter Zeit vorbeieilenden Wellen, dann setzten sie sich zusammen und überlegten.



Bei den kürzeren Wellen kamen in der gleichen Zeit sehr viel mehr Wellen vorbei als bei den längeren, die Häufigkeit war eine größere. In der Unterhaltung kamen sie auf das Fremdwort „Frequenz". Sie stellten ganz richtig fest, genau so, wie das ein Physiker tun würde: Die Frequenz der kürzeren Wellen ist größer als die Frequenz der längeren Wasserwellen.



DIE ELEKTRISCHE WELLE LÄUFT 7½ MAL IN DER SEKUNDE UM DEN ERDBALL

Was die beiden Jungs in bezug auf die Wasserwellen überlegt hatten, wollen w i r anwenden auf elektrische Wellen. Hier liegen die Dinge wiederum ganz ähnlich:

Die Frequenz der elektrischen Wellen errechnet sich aus der Zahl der Wellenberge und Wellentäler (Wellenlängen), die in einer Sekunde vorbeifluten.

Die elektrischen Wellen haben — wie wir bereits wissen — eine unglaubliche Geschwindigkeit. Sie flitzen mit 300 000 km in der Sekunde durch den Aether. 7½mal vermögen sie in der kurzen Zeitspanne von e i n e r Sekunde den Erdball zu umkreisen.



Nehmen wir eine Welle von 1000 m Länge her. Welche „Frequenz" wird diese Welle haben? Auf 300 000 km (die Strecke, die in einer Sekunde zurückgelegt wird) passen gerade 300 000 Wellen von 1000 m Länge. Das heißt mit anderen Worten: Die Frequenz der 1000-m-Welle ist gleich 300 000.



Oder hören wir umgekehrt, daß eine Welle eine Frequenz von 100 000 hat, so rechnet uns der Physiker aus, daß 100 000 in 300 000 000 (denn wir müssen in Metern und nicht in Kilometern rechnen) 3000mal geht, mithin eine Welle von 3000 m Länge vorliegen wird.



Für die Frequenz hat man eine Maßbezeichnung nach dem Namen des Entdeckers der elektrischen Wellen „Hertz" gewählt. Man würde also sagen:

Eine Welle von 1000 m Länge hat eine Frequenz von 300 000 Hertz. Man vereinfacht jedoch und setzt für 1000 Hertz = 1 Kilohertz.

Welle		Frequenz	
1000	m	300	kHz
300	m	1000	kHz
100	m	3000	kHz
30	m	10000	kHz
10	m	30000	kHz
3	m	100000	kHz
1	m	300000	kHz
0,3	m	1000000	kHz
0,1	m	3000000	kHz

Was ergibt sich, wenn wir die Kilohertzzahlen für niedrigere Wellen feststellen? Betrachten wir uns einmal diese Tabelle.

Je niedriger die Welle, um so größer die Frequenz. Das muß ja wohl auch stimmen, denn die kurzen Wellen hatten ja die vielen Wellenberge, wie wir vorher in den Bildern schon gesehen hatten, und die langen Wellen nur die geringe Wellenzahl auf gleicher Strecke.



Um die Geschichte von der Frequenz leichter behalten zu können, wollen wir nochmal einen Vergleich herholen. Ein Kino kann eine kleine abendliche Besucherzahl haben, dann sprechen wir von einer niedrigen Frequenz, oder aber eine große Besucherzahl haben, dann sprechen wir von einer hohen Frequenz. Diese Bildchen hier sollen das illustrieren.



Gleichzeitig kommen wir zu zwei neuen Begriffen: hohe Frequenz, niedrige Frequenz. Oder kürzer ausgedrückt, zu den Begriffen „Hochfrequenz" und „Niederfrequenz". Jetzt erinnern wir uns gewiß der Tatsache, daß man die Rundfunktechnik auch mit „Hochfrequenztechnik" bezeichnet, eben wegen der hohen Frequenzen, mit denen die elektrischen Rundfunkwellen durch den Raum jagen.

Im Gegensatz zur Hochfrequenztechnik beschäftigt sich die Akustik, die Lehre vom Schall, mit niedrigen Frequenzen, mit der Niederfrequenztechnik.

Nachdem wir soviel „Hohes" in uns aufgenommen haben, wollen wir bescheiden wieder herabsteigen in einfachere Gefilde und uns ein klein wenig mit der Niederfrequenztechnik befassen. Wir müssen das um so mehr tun, als es ja die ureigentlichste Aufgabe des Rundfunks ist, das Wort, den Schall, die Musik, den Ton, also das ganze breite Band der Niederfrequenz zu übertragen, drahtlos zu verfrachten über weite, weite Strecken.

6. VON DEN TIEFEN ZU DEN HÖHEN

(Frequenzbänder)
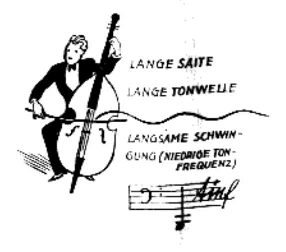


Schallwellen sind Luftwellen, das haben wir vorher schon gehört. Genau so wie der Junge links den stillen Wasserspiegel zum unhörbaren, aber sichtbaren Wellenspiegel erregt (Stein), genau so erregt sein Kamerad die Luft zur unsichtbaren, aber hörbaren Wellenbewegung (Glockenschlag).



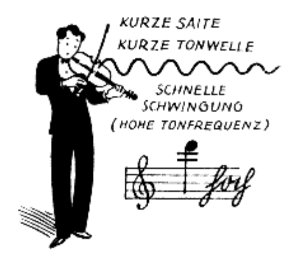
Schallwellen können schnelle Luftschwingungen sein, dann ist der Ton hoch, oder langsame Luftschwingungen, dann ist der Ton tief.

Die Schallschwingungen können so langsam sein, ihre Frequenz kann so gering sein, daß wir sie körperlich fühlen; denken wir dabei einmal an tiefe Orgeltöne, die imstande sind, Mauern und Grundfesten zu erschüttern.

Hohe Töne hingegen sind schnellere Schwingungen, kürzere Luftwellen, höhere Tonfrequenzen. Da haben wir wieder das Wort Frequenz, diesmal angewandt auf den Tonbereich, der selber zum niederfrequenten, großen allgemeinen Wellenbereich gehört.



Hier wird ein tiefer Ton erzeugt.



Und hier ein hoher Ton.

Der tiefste hörbare Ton entspricht ungefähr 20 Schallschwingungen in der Sekunde, der tiefste Ton auf dem Klavier macht etwa 30 Schwingungen, hat also eine Frequenz von 30 Hertz. Der höchste Klavierton schwingt mit einer Frequenz von 4000 Hertz.

Aus dieser Darstellung geht der gesamte Tonumfang hervor. Sie enthält das ganze hörbare Frequenzband.

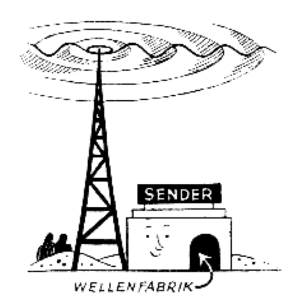
0 SCHWINGUNGEN JE SEKUNDE	WELLENLÄNGE JE SEKUNDE		
-30 "	10 MILLIONEN m	ELEKTRISCHE WELLEN – NIEDERFREQUENZ	ELEKTRISCHER WECHSELSTROM 50 SCHWING. JE SEK.
-300 "	1 " m		
-3000 "	100 000 m		SCHALLWELLEN
-30 TAUSEND	10 000 m	ELEKTRISCHE WELLEN – HOCHFREQUENZ	LANGWELLEN
-300 "	1000 m		RUNDFUNKWELLEN – RUNDFUNK-EMPFÄNGER
-3 MILLIONEN	100 m		KURZWELLEN
-30 "	10 m		ULTRAKURZWELLEN – FERNSEH-EMPFÄNGER
-300 "	1 m		
-3 MILLIARDEN	1/10 m		DEZIMETERWELLEN
-30 "	1 cm		KÜRZESTE ELEKTRISCH ERZEUGBARE SCHWINGUNGEN
-300 "	1 mm		
			UNERFORSCHTES GEBIET
-3 BILLIONEN	1/10 mm	LICHTWELLEN	INFRAROT-GEBIET (FERN-FOTOGRAFIE)
-30 "	1/100 mm		ULTRAROT-GEBIET (WÄRMESTRAHLEN)
-300 "	1/1000 mm		SICHTBARES LICHT GELB·GRÜN·BLAU·VIOLETT
-3000 "	1/10 000 mm		
-30 000 "	1/100 000 mm		ULTRAVIOLETT-GEB. CHEM. WIRKSAME LICHTWELLEN
-300 000 "	1/MILLIONSTEL "		
			UNERFORSCHTES GEBIET
-3 TRILLIONEN	1/10 " mm	RÖNTGEN- UND GAMMASTRAHLEN	
-30 "	1/100 " mm		RÖNTGENRÖHRE
-300 "	1/MILLIARDSTEL		
-3000 "	1/10 " mm		KOSMISCHE STRAHLEN
-30000 "	1/100 " mm		(STRATOSPHÄRE)

Wir wissen aber aus dem Vorausgegangenen, daß es über diesen Frequenzbereich hinaus einen weiteren gibt, mit den höheren und schnelleren Schwingungen der elektrischen Wellen, der Lichtwellen und noch anderen. Stellen wir die einzelnen Frequenzbereiche zusammen, so gelangen wir zu dem großen Frequenz*spektrum*, das uns über alle uns bekannten Schwingungserscheinungen und ihre Schwingungszahlen Aufschluß gibt. Auf der nebenstehenden Seite ist es wiedergegeben.

---

7. VOM FUNKHAUS ZUR WELLENFABRIK

(Vom Mikrofon zum Sender)



Ein Rundfunksender hat zunächst die wichtige Aufgabe zu erfüllen, elektrische Wellen herzustellen, die in den Aether ausgesandt werden können. Ein Sender ist also nicht mehr und nicht weniger als eine Wellenfabrik, eine Fabrik für elektrische Wellen.

Zum Versand seiner Ware, zum Aussenden seiner Wellen benutzt er hohe Maste mit Antennen. Sendeantennen sind die Abgangsbahnhöfe für die Wellenware. Sie werden so hoch wie möglich gebaut, damit die Wellen ungehindert so weit wie möglich vordringen können.



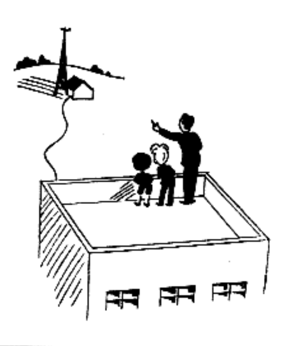
Will man, daß ein Licht in weitem Umkreis leuchtet, so stellt man es hoch auf (Leuchtturm) und nicht an niedrige Orte, von wo aus es, durch Widerstände gehemmt, seine Leuchtkraft nicht entfalten kann. („Du sollst Dein Licht nicht unter den Scheffel stellen.“)



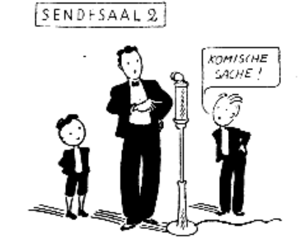
Was nützt uns aber die herrlichste Wellenfabrik, wenn sie nichts weiter tut, als elektrische Wellen auszusenden. Mit unseren Empfängern können wir sie vielleicht aufnehmen, empfangen, aber was haben wir davon, wir sehen sie nicht, wir hören sie nicht und können sie noch nicht einmal in Töne oder Bilder umwandeln. Das ist beinahe so, wie die Entgegennahme abgesandter leerer Güterwagen. In die Güterwagen gehört etwas hinein.



Und so sind diese elektrischen Wellen auch nur Mittel zum Zweck. Sie werden vor ihrer Absendung tatsächlich beladen mit Tönen, mit gesprochenem Wort und gesungenem Laut. Das alles nehmen sie mit auf ihrem Rücken hinaus in den Aether und tragen es zu den fernsten Stellen.



Ton und Wort wird dem Sender geliefert vom Funkhaus, das ganz wo anders stehen kann als der Sender selbst.



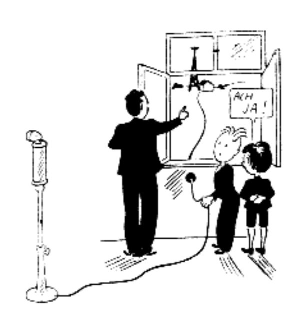
Im Funkhaus steht ein merkwürdiges Instrument:

Ein Mikrofon. —

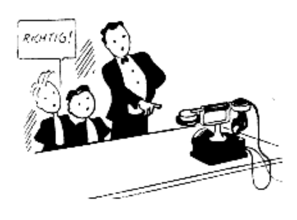
Es vermag Schallwellen in elektrische Stromschwankungen zu verwandeln.



Jede Schallschwingung, die es trifft, wird in genau den Schallwellen entsprechende elektrische Stromschwingungen verwandelt, die man nun durch einen Draht weiterleiten kann . . .



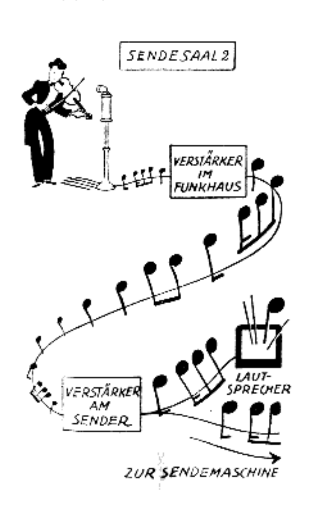
. . . — zum Sender.



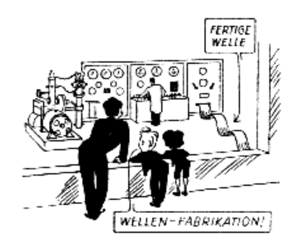
An und für sich kennen wir diesen Vorgang schon vom Telefon her.



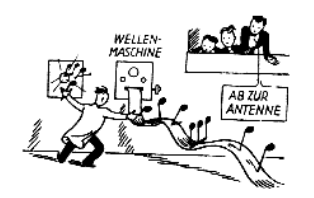
Wenn jemand im Funkhaus vor dem Mikrofon Schall erzeugt, so nimmt das Mikrofon die Schallwellen auf; es verwandelt sie in entsprechende elektrische Ströme; diese sind allerdings zu schwach, um auf den vielleicht langen Weg bis zum Sender geschickt zu werden. Man leitet sie deshalb verstärkt weiter und schickt sie zu diesem Zweck vorher durch einen Verstärker.



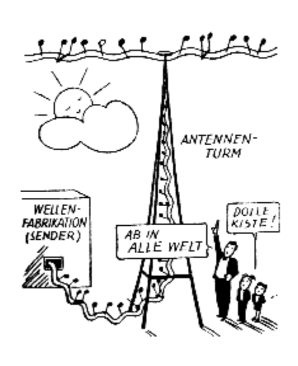
Am Ende ihres Weges, am Sender angekommen, sind sie aber wieder schwach geworden, man verstärkt sie nochmals und kann sie nun hier mittels eines Lautsprechers in Schall umwandeln. Auf diese Musikwiedergabe im Sendehaus kommt es uns jedoch nicht an. Wir haben ja viel Wichtigeres vor. Wir wollen die in elektrische Stromschwankungen umgesetzte Sprache und Musik den vom Sender erzeugten elektrischen Wellen aufgeben.



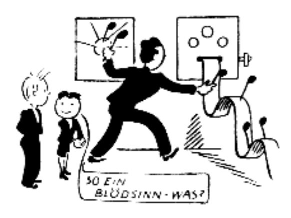
In der Wellenfabrik, also dem Sender, werden mit Hilfe von Maschinen und Röhren Wellen hergestellt



Die Töne werden hergenommen, und auf die fertige Welle aufgesetzt. Die Techniker nennen die erzeugte elektrische Welle deshalb auch „Trägerwelle“.



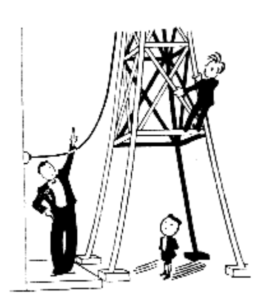
Ueber die Sendeantenne strahlt die schallbeladene Welle hinaus in den Aether.



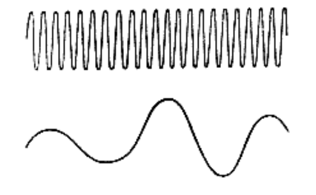
Nun ist das in Wirklichkeit natürlich nicht so, daß man die vom Funkhaus ankommenden Töne handgreiflich hernimmt, um sie der frischfabrizierten Welle aufzusetzen;



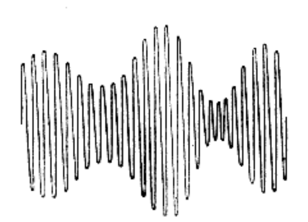
das geschieht automatisch, unsichtbar und unhörbar sehr viel einfacher über die im Sendehaus aufgestellten elektrischen Apparaturen.



Lautlos und unsichtbar geht die hochfrequente Trägerwelle (um uns wieder wissenschaftlicher auszudrücken) beladen mit der niederfrequenten (elektrischen) Tonwelle hinaus ins All.



Während die Trägerwelle als hochfrequente Welle etwa so wie hier aussehen würde, ist die von ihr fortgetragene Elektroschallwelle niederfrequent und langsam. Stellen wir sie uns so vor wie unten gezeichnet.

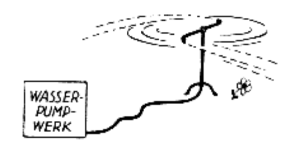


Eine Trägerwelle, die mit Elektroschallwellen beladen ist, sieht dann etwa so aus, wie hier im Bilde dargestellt.



Doch um den Sendevorgang noch verständlicher zu gestalten, wollen wir noch einen anderen Vergleich anwenden.

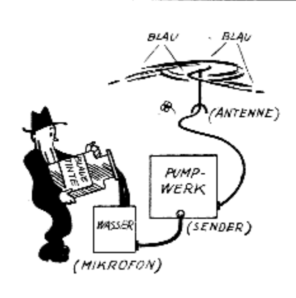
Stellen wir uns den Sender als Rasensprenger vor, der Wasser nach allen Richtungen hin ausstrahlt, wie die Antenne elektrische Wellen.



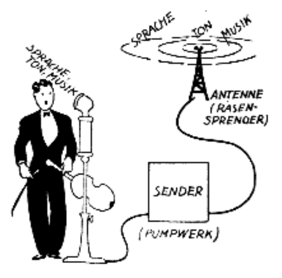
Was das Wasserpumpwerk für den Rasensprenger ist . . .



ist der Sender für die elektrischen Wellen.



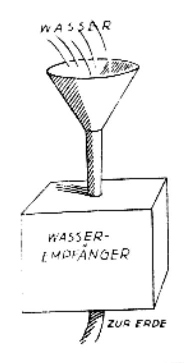
Nun soll aber der Rasensprenger nicht nur klares Wasser ausstrahlen, sondern tiefblau gefärbtes, wie die Sendeantenne ja nicht nur unbeladene elektrische Wellen aussenden soll, sondern musikgefärbte. Wir richten es also so ein, daß ein Mann dem auszusprengenden Wasser blaue Farbe beimengt.



Beim Rundfunksenden machen wir das so, daß wir mit Hilfe des Mikrofons Sprache, Ton oder Musik auf die auszustrahlenden Wellen geben.

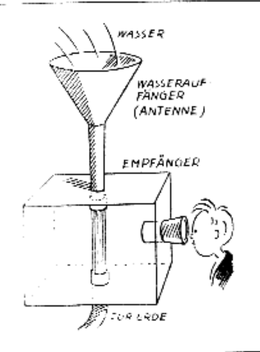
8. VON DER WELLENFABRIK ZUM KUNDEN

(Vom Empfang)

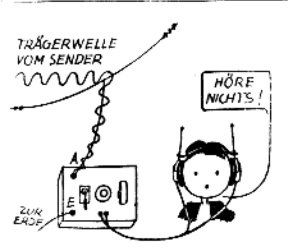


Unseren am Sender angewendeten Wasservergleich wollen wir nun auch anwenden auf die Verhältnisse am Empfänger.

Wir fangen das vom Rasensprenger ausgestrahlte Wasser auf und leiten es unserem Wasserempfänger zu.

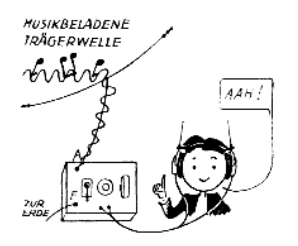


In diesem Empfänger ist weiter nichts enthalten als ein Glasröhrchen, durch welches das Wasser hindurchfließt; wir beobachten das fließende Wasser durch ein Okular. Kommt klares Wasser an, so sehen wir nichts. Kommt es aber beladen mit blauer Farbe an, dann sehen wir die Blaufärbung.

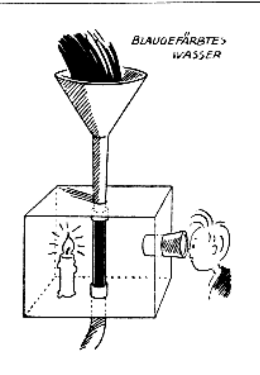


Ein Vergleich mit dem denkbar einfachsten Empfänger, dem Detektorempfänger (hier müssen wir nur aus dem Optischen ins Akustische übersetzen).

Kommt die leere Trägerwelle an, dann hören wir nichts, . . .

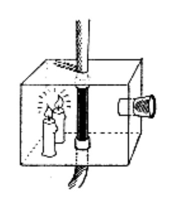


. . . kommt sie beladen mit Sprache oder Musik an, so können wir ihr den Schall abnehmen (der zunächst in Form elektrischer Stromschwankungen ankommt und erst durch den Kopfhörer vernehmbar in Schalluftschwingungen umgewandelt wird).

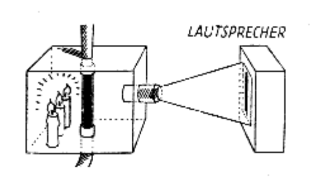


Kehren wir zurück zu unserem Wasserempfänger, der weitere sehr lustige Vergleichsmöglichkeiten bietet.

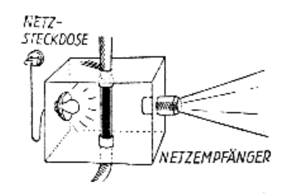
Um das Blau, das uns das klare Wasser anbringt, besser beobachten zu können, stellen wir eine Kerze hinter der Glasröhre auf (Röhre im Empfänger).



Stellen wir zwei oder mehr Kerzen auf, so wird der Lichteindruck immer besser, wir verstärken ihn (zwei oder mehr Röhren, Verstärkerröhren).



Schließlich wird es uns gelingen, den Lichteindruck sogar zu projizieren (Lautsprecher).



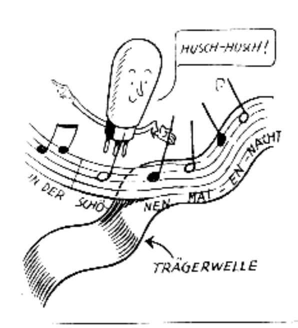
Und wenn wir elektrische Beleuchtung nehmen (Netzbetrieb im Gegensatz zum Batteriebetrieb soeben), dann sind die Verstärkungsmöglichkeiten für die Lichteindrücke noch weit, weit größer.

9. VON DER ANTENNE ZUM OHR
(Empfängerstufen)

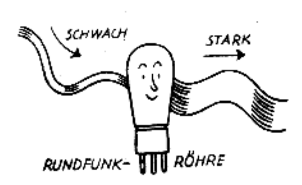


Erinnern wir uns jetzt unserer ersten Darstellung, bei der wir sagten, daß die Töne den Trägerwellen aufgeladen werden.

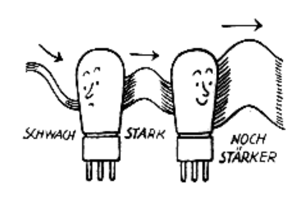
Mit Musik und Wort beladen kommen die Wellen bei uns an.



Eine der ersten Aufgaben des Empfängers besteht darin, die unhörbar mitgebrachten elektrischen Tonschwingungen der Trägerwelle abzunehmen und dem Lautsprecher oder Kopfhörer zuzuführen. Eine Röhre (von Röhren werden wir noch sprechen) erfüllt diese Aufgabe.



Andere Röhren im Empfänger haben andere Aufgaben. So sind oft die ankommenden Wellen sehr schwach, sie müssen verstärkt werden: Eine Röhre hilft, sie macht die Schwachen stark.



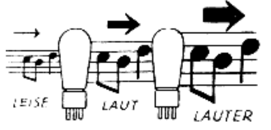
Genügt die Stärkung durch die eine Röhre noch nicht, dann wird noch eine zweite hinzugenommen. Dann geht's aber sicher.

Die nach der Verstärkung der Trägerwelle zu tätigende Tonabnahmearbeit wird von der folgenden Röhre ausgeführt.



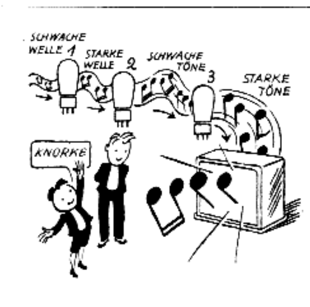
ELEKTR. TONSCHWINGUNGEN DURCH EINE RÖHRENSTUFE VERSTÄRKT

Nun ist uns aber das, was der Lautsprecher wiedergibt, noch nicht laut genug. Wir holen wieder eine Röhre zu Hilfe und verstärken jetzt die elektrischen Tonschwingungen einmal . . .



ELEKTR. TONSCHWINGUNGEN DURCH ZWEI RÖHRENSTUFEN VERSTÄRKT

. . . und wenn das noch nicht ausreicht, noch einmal.



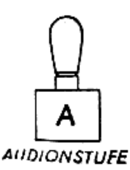
Der ganze Vorgang, zusammenhängend aufgezeichnet, sieht dann so aus:

1. Ankommende Welle verstärkt.
2. Elektrische Tonschwingungen abgenommen.
3. Elektrische Tonschwingungen verstärkt.
4. Elektrische Tonschwingungen durch Lautsprecher in Schall umgesetzt.



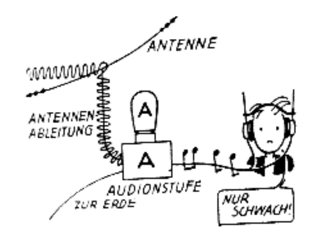
Zur Ausführung all der vorgenannten Aufgaben gehört aber mehr als nur eine gewisse Zahl von Röhren und ein Lautsprecher. Jede Röhre arbeitet in einer sogenannten „Stufe“, mit noch vielem Drum und Dran.

Fassen wir das kurz zusammen und erweitern wir gleichzeitig das bisher Gelernte.

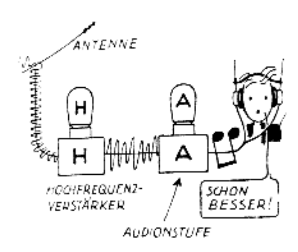


AUDIONSTUFE

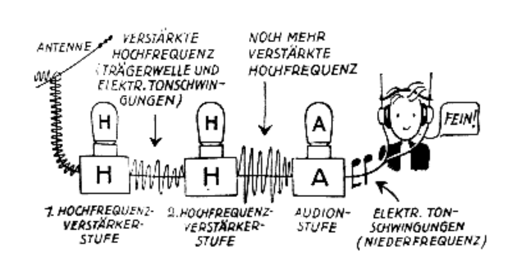
Da ist eine solche Stufe mit einer Röhre. Wir wollen sie A-Stufe nennen, der Physiker nennt sie Audionstufe.



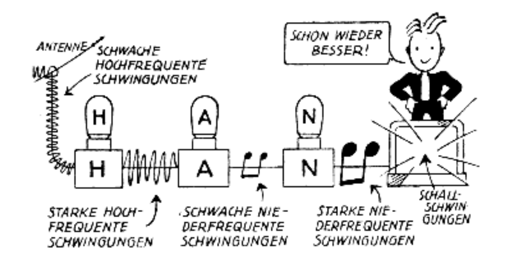
Die von der Antenne aufgefangenen und durch die Antennenableitung herabgeführten Wellen kommen an und werden der A-Stufe zugeführt. Die A-Stufe nimmt der Trägerwelle den aufgeladenen Elektroschall ab und der angeschlossene Kopfhörer wandelt ihn in akustisch vernehmbaren Schall um.



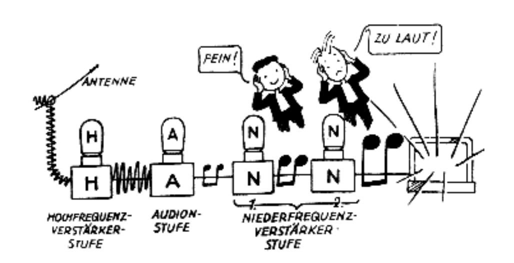
Die ankommenden Wellen sind hochfrequenter Natur (siehe weiter vorn). Sind sie schwach und sollen sie verstärkt werden, dann brauchen wir einen „Hochfrequenzverstärker“ oder eine H-Stufe, wie wir diese Verstärkerstufe jetzt nennen wollen. An diese Verstärkerstufe setzen wir die Audionstufe, die genau so wie vorher hochfrequente Schwingungen zugeführt erhält, nur sind diese jetzt viel stärker, und so vernimmt man im angeschlossenen Kopfhörer lauter.



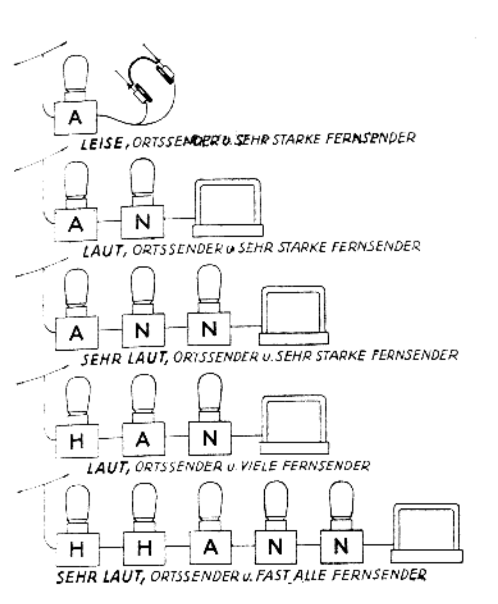
Verstärkt man noch mehr durch eine zweite hinzugefügte Hochfrequenzstufe (H-Stufe), so wird man auch die zartesten Schwingungen fernster Sender aufzunehmen vermögen.



Aber der Kopfhörerempfang genügt uns nicht. Wir wollen lauter hören, mit dem Lautsprecher. Wir müssen also jetzt die durch das Audion abgenommenen elektrischen Tonschwingungen, die „Niederfrequenz", verstärken. Das geschieht in einer weiterhin angeschlossenen „Niederfrequenzstufe", einer von uns mit N-Stufe bezeichneten Anordnung. Im Bilde hierneben haben wir eine Anordnung gewählt, bei der einmal hochfrequent und einmal niederfrequent verstärkt wird.



Verstärkt man noch einmal durch eine zweite Niederfrequenzverstärkerstufe, dann wird die Lautsprecherwiedergabe noch stärker.



Wir haben also die verschiedensten Kombinationsmöglichkeiten, je nach unseren persönlichen Wünschen. Einige davon, die Wichtigsten, sind hier zusammengestellt worden. Die Industrie stellt Spezialröhren für alle diese Stufen her, für jede Stufe die für den Verwendungszweck besonders geeignete: für H-Stufen H-Röhren, für A-Stufen A-Röhren, für N-Stufen N-Röhren.

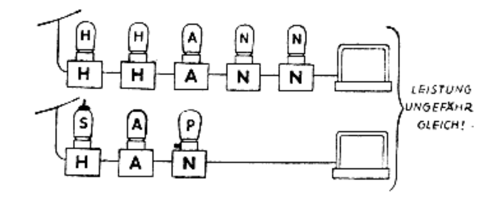


H-STUFE MIT SCHIRMRÖHRE



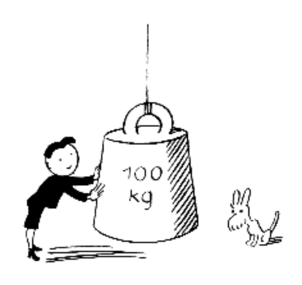
N-STUFE MIT FÜNFPOLRÖHRE (PENTODE)

Die fortschreitende Entwicklung hat zur Konstruktion immer leistungsfähigerer Röhren geführt. So entwickelte sie für H-Stufen sogenannte Schirmgitterröhren, die fast das Doppelte einfacher Röhren leisten, und ferner für die letzte N-Stufe sogenannte Fünfpolröhren, die fast um das Doppelte verstärken im Vergleich zu den einfachen Röhren, die dafür wesentlich billiger sind. Aber bei der Konstruktion von Empfängern mit diesen Röhren spart man nicht nur Röhren ein, sondern auch die Schaltteile, die sonst zu der gleichen Stufe gehört hätten, also jedesmal die Schaltteile einer ganzen Stufe.

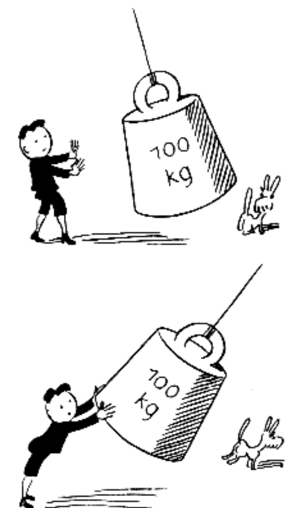


So haben wir schematisch einfachste Zusammensetzmöglichkeiten für Rundfunkgeräte angegeben. Darüber hinaus gibt es noch viele andere Schaltarten. Wir müssen uns aber noch mit wichtigeren Dingen beschäftigen, nämlich damit, wie überhaupt der „Empfang" zustandekommt, so daß wir leider dies Gebiet verlassen müssen.

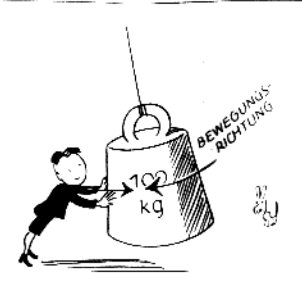
10. ICH SCHAUKLE — DU SCHAUKELST MIT
(Resonanz)



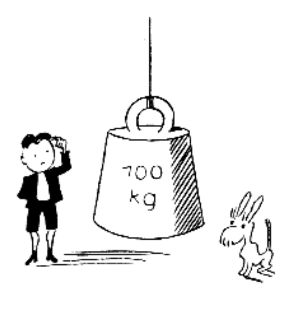
Der kleine Junge will das große Gewicht in schwingende Bewegung versetzen.



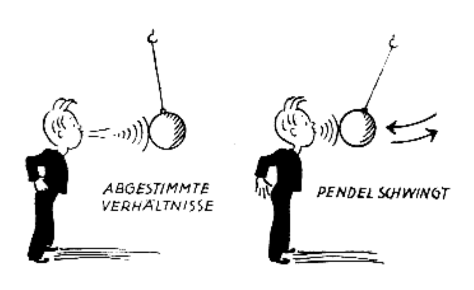
Das gelingt ihm mit schwachen Kräften, wenn er immer im richtigen Augenblick dem Gewicht einen kleinen Anstoß gibt. Erfolgen diese Stöße stets im richtigen Augenblick, also in ganz bestimmtem Rhythmus, dann schwingt das Gewicht bald ganz stark, trotz des geringen Kraftaufwandes.



Stößt der Knabe aber im falschen Augenblick an . . .



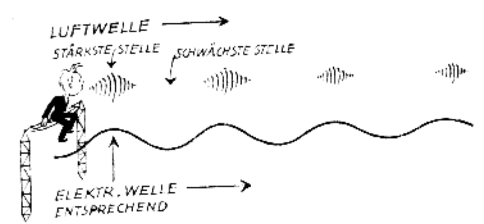
. . . so wird das Gewicht nicht schwingen, sondern unter Umständen sogar zum Stillstand kommen. Der Knabe hat seine Stöße nicht richtig abgestimmt auf die Erfordernisse des „Schwingungssystems".



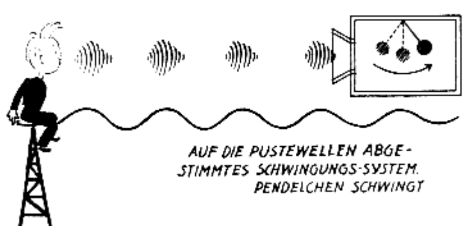
Hier bringt ein Junge durch rhythmisches Blasen eine Kugel zum Schwingen! Auch hier Erfordernis: die Luftstöße müssen in Zeitabständen erfolgen, die den Eigenarten des „Schwingungssystems" angepaßt sind.



Oder aber: bläst der Knabe im gleichen Rhythmus weiter, hat er aber ein Pendel mit anderen Schwingungseigenarten als das von soeben (längeres oder kürzeres Pendel) vor sich, so wird es nicht in Schwingungen geraten. Also müssen entweder die gegebenen Anstöße „abgestimmt" sein, oder aber die in Schwingungen zu versetzenden Gebilde.



Stellen wir uns vor, auf der Sendéantenne sitzt ein Junge und pustet in rhythmischen Abständen: Die Luftwelle wandert durch den Raum. Wir ziehen die Luftwelle zum Vergleich mit der elektrischen Welle heran, die Täler entsprechen den Augenblicken schwächsten Blasens, die Wellenberge den Augenblicken stärksten Blasens.

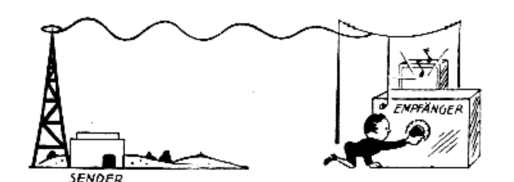


Stellen wir uns weiter vor, daß in einem Pusteempfänger (rechts) ein mechanisches „Schwingungssystem" aufgehängt ist, ein Pendel.

Das Pendel im Empfänger gerät in Schwingungen, wobei allerdings wieder Bedingung ist, daß die zeitlichen Abstände des Anstoßes den Eigenarten des schwingenden Systems entsprechen.



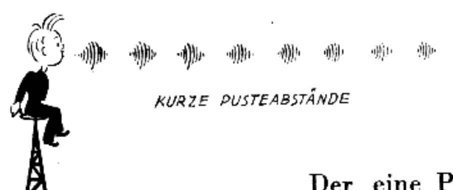
Ist nun aber das Pendel im **Empfänger** n i c h t **abgestimmt auf** die ankommenden Impulse, so **wird** es n i c h t in Schwingungen geraten: der Empfänger arbeitet nicht.



Elektrisch gesprochen: die vom Sender ausgestrahlten Wellen sind die elektrischen Schwingungsimpulse, die das elektrische „Schwingungssystem" im Empfänger anstoßen. Man sagt: der Empfänger ist auf die betreffende Welle eingestellt oder abgestimmt.

11. AUF ZUR WAHL, ES WIRD ABGESTIMMT

(Die Abstimmung des Empfängers)



Wir haben festgestellt, daß das Pendelchen nur dann schwingt, wenn es auf die Blasimpulse abgestimmt ist.

Der eine Puster bläst in kürzeren, der andere in längeren Zeitabständen.

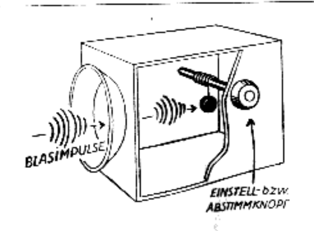




Der eine Sender arbeitet mit kürzerer, der andere mit längerer Welle, oder der eine mit kürzeren, der andere mit längeren Wellenbergabständen.

Mit unserem Rundfunkempfänger wollen wir kürzere u n d längere Wellen aufnehmen können.

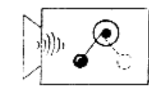
Ebenso wollen wir mit unserem Pusteempfängerchen längere oder kürzere Pustewellchen in Pendelschwingungen umgesetzt sehen.



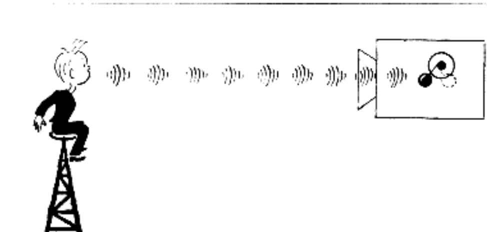
Wenn wir aber nur ein Pendelchen mit ganz bestimmten Schwingungseigenschaften in unserem Empfänger haben, so wird das nur auf e i n e bestimmte Art der Blasimpulse reagieren. Wir müssen deshalb dafür Sorge tragen, daß das Pendelchen auch auf andere Blasrhythmen anspricht.

Machen wir es doch so, daß wir die Pendelschnur ohne große Mühe verkürzen bzw. verlängern können, daß wir, mit anderen Worten, auf ankommende Blasimpulse „abstimmen" können.





Hier spricht das Pendelchen auf eine lange Pustewelle an; der Aufhängefaden ist lang, die Eigenschwingungen sind langsamere als bei kurzem Faden.

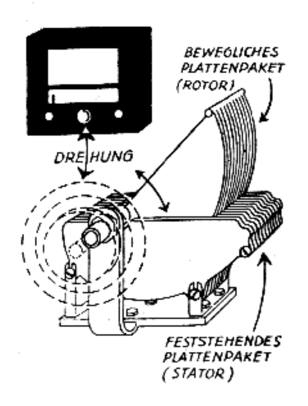


Hier spricht das Pendelchen auf eine kürzere Welle an. DieEigenschwingungszahlen des Pendelchens sind kürzere.

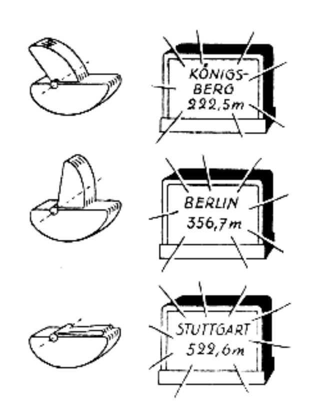


Wenden wir den Vergleich wieder auf die elektrischen Verhältnisse an. Am Rundfunkempfänger haben wir einen besonders wichtigen Drehknopf, die „Abstimmung“.

Mit ihm in Verbindung steht die Zeigereinrichtung, welche die Sender anzeigt, und im Innern des Empfängers der sogenannte Drehkondensator.



Hier ist ein Drehkondensator im Bilde gezeigt. Er besteht aus einem festen Plattenpaket und aus einem beweglichen. gegen das andere verschiebbaren Plattenpaket, das aber von dem ersten isoliert ist.

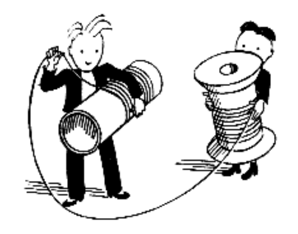


Dreht man das Plattenpaket hinein, so wird die Welle, auf welche man „abzustimmen“ beabsichtigt, größer (länger).

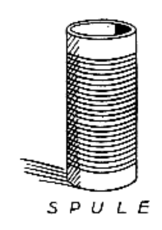
12. VOM DRAHT BEI DER DRAHTLOSEN

(Spulen)

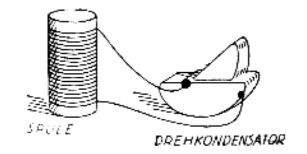
Wie beim Pendel zum „Schwingungssystem“, d. h. zum schwingfähigen System 2 Glieder gehören, der Pendelfaden und das daran angehängte Kügelchen, so gehören auch zum elektrischen Schwingungssystem 2 Glieder: nämlich Drehkondensator und Spule.



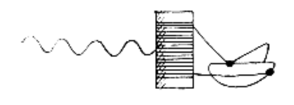
Eine „Spule“ entsteht, wenn man mehr oder weniger Drahtwindungen isoliert auf irgendeinen nichtleitenden Körper aufwickelt.



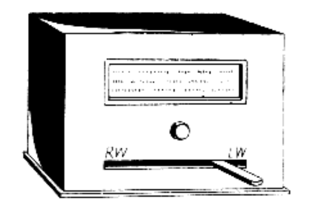
Hier ist z. B. so eine Spule, wie sie in vielen Rundfunkempfängern enthalten ist.



Spule und Drehkondensator werden zusammengeschaltet und das elektrische Schwingungssystem ist fertig.

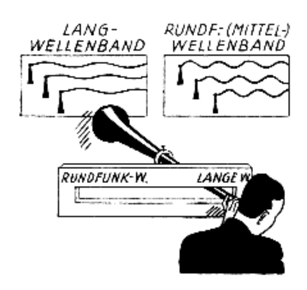


Wird dieses elektrische Schwingungssystem von einer elektrischen Welle getroffen, auf die es abgestimmt ist, so spricht es an, es schwingt, wenn auch unsichtbar.

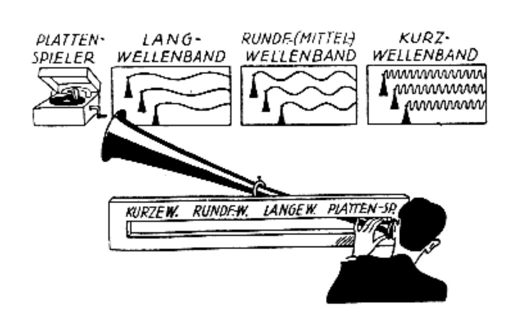


Wir wissen schon, daß es **m e h r e r e** Wellenbereiche gibt, z. B. den **R u n d - f u n k w e l l e n b e r e i c h**, besser Mittelwellenbereich, und den Langwellenbereich. Unsere Rundfunkempfangsgeräte weisen zur Einstellung dieser Bereiche einen besonderen Knopf oder einen besonderen Hebel auf.

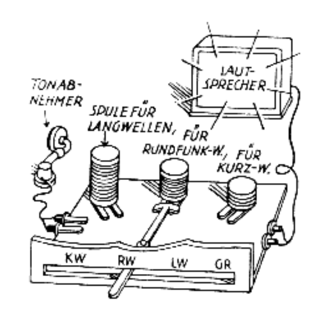
Was geschieht bei Betätigung dieses Knopfes oder Hebels?



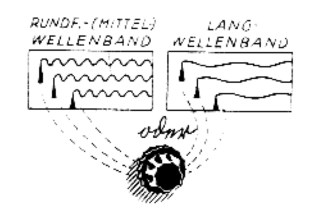
Vergleichsweise wäre das etwa so, wie hier im Bilde gezeigt, daß ein Mann ein Hörrohr hat, welches er zum Hören nach den langen Wellen hin einstellt, oder aber, daß er das Hörrohr umschaltet auf das Band der Rundfunkwellen.



Modernere Geräte weisen außer der Einstellmöglichkeit auf Langwellen und Rundfunkwellen die weitere Möglichkeit der Einstellung auf sogenannte „kurze" Wellen auf. Hinzu kommt eine vierte Hebelstellung auf elektrische Schallplattenwiedergabe.



In Wirklichkeit geschieht diese Umschaltung derart, daß mit dem Hebel für die Einstellung auf ein anderes Wellenband eine zum Empfang dieses anderen Wellenbandes geeignetere elektrische Einheit eingeschaltet wird, nämlich eine andere Spule. Der Hebel ist also jetzt kein Hörrohr mehr, sondern ein richtiger mechanischer Hebel. Durch die Einstellung mit Hilfe dieses Hebels stellen wir allerdings nur g r o b auf die verschiedenen Wellenbereiche ein, ohne daß wir uns schon einen bestimmten Sender dieses Wellenbereiches heranholen könnten. Das aber geschieht mit Hilfe des Drehkondensators mit dem Abstimmknopf.



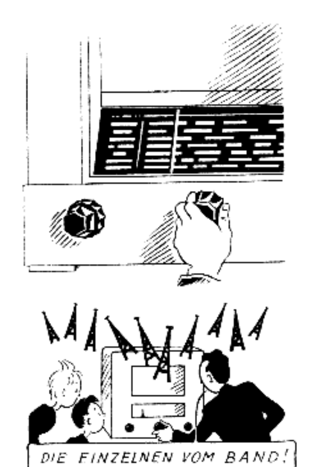
Mit dem Drehkondensator-Abstimmknopf regeln wir fein (Senderauswahl). Mit dem Wellenbereichschalter grob auf Wellenbereiche. — Im Bilde ist der Hebel für die Wellenbereichschaltung ersetzt durch einen entsprechend arbeitenden Drehknopf.



Grobregelung: „Wellenbereich-Einstellung“

(Durch Einschalten einer anderen Spule)

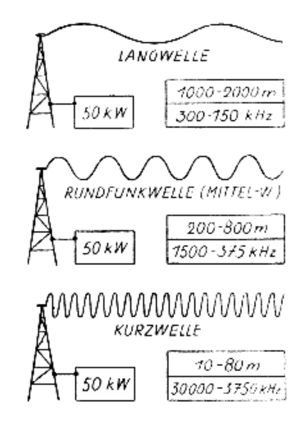




F e i n r e g e l u n g : „Abstimmung“
(Mit Hilfe des Drehkondensators)

13. LANG, KURZ, KÜRZER, AM KÜRZESTEN

(Von den Wellenbereichen)

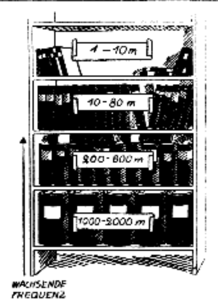


Der Langwellenbereich der Sender, der, wie wir bereits wissen, in Metern oder in Kilohertz angegeben wird, erstreckt sich von ungefähr 1000 m bis 2000 m bzw. von 300 Kilohertz bis 150 Kilohertz. Ganz unabhängig von der Wellenlänge ist die Sendestärke des Senders (kW)!

Der Rundfunkwellenbereich, der mit kürzeren Wellenlängen arbeitet, erstreckt sich von etwa 200 m aufwärts bis 800 m bzw. von 1500 bis 375 Kilohertz.

Die Kurzwelle, deren „Länge" noch viel kürzer ist, bestreicht ein Wellenband von etwa 10 bis 80 m bzw. von 30 000 bis 3750 Kilohertz.

Nun ist noch ein Wellenbereich zu erwähnen, ein noch kürzerer, der Ultrakurzwellenbereich.



1-10 m ULTRA-KURZWELLENBEREICH (noch viel Platz)
10-80 m KURZWELLENBEREICH (beinahe voll)
200-800 m MITTELWELLENBEREICH (überfüllt)
1000-2000 m LANGWELLENBEREICH (gefüllt)

Legen wir die Wellenmessung nach Metern zugrunde, so hilft uns hier vielleicht der Vergleich mit dem Bücherregal. Zunächst hatte man nur den Langwellenbereich, der durch dicke Bände sehr schnell gefüllt wurde. Auch der Rundfunkwellenbereich (Mittelwellenbereich) war sehr schnell gefüllt und überfüllt. Allerdings mit sehr viel mehr Bänden. die sich in diesem Bereich unterbringen ließen, weil sie dünner waren. So nahm man einen dritten Bereich hinzu, den Kurzwellenbereich, in den sich noch viel mehr Bände bzw. Wellen unterbringen ließen. Aber auch dieser Bereich ist beinahe voll und man denkt schon wieder

an weitere Bereiche. Man muß noch mehr aufstocken, und so hat man im vierten Regal die Ultrakurzwellen untergebracht, von denen sich sehr viel mehr in dem gleichen Raum unterbringen lassen. Die Ultrakurzwellen finden vor allem beim Fernsehen Verwendung.

---

	m	Sender	kHz	
	382,1	Leipzig	785	
4,4	386,5	Toulouse	776	9
4,6	391,1	Scottish Regional .	767	9
4,6	395,7	Kattowitz	758	9
4,8	400,5	Marseille	749	9
4,9	405,4	München	740	9
5,0	410,4	Tallinn	731	9

In den Sendertabellen finden wir die Angaben für die Senderwellen in Metern und Kilohertz. Aus dem nebenstehenden Ausschnitt aus einer solchen Tabelle geht klar hervor, warum die Kilohertzbezeichnung eine bessere ist. Wir erkennen den Abstand von 9 Kilohertz zwischen den großen Sendern des Rundfunkwellenbereiches ganz deutlich (rechts herausgezeichnet), und sehen weiterhin (links herausgezeichnet), daß die Abstände zwischen den einzelnen Sendern, wenn man in Metern mißt, ganz ungleichmäßig sind.

	m	Sender	kHz	
	1500	Droitwich	200	
70,7	1570,7	Deutschlandsender	191	9
77,6	1648,3	Paris (National) . .	182	9

Geht man auf den Langwellenbereich über, so erkennt man wiederum den 9-Kilohertz-Abstand, während der ungleichmäßige Meterabstand schon sehr groß geworden ist. Bei den Kurzwellen wird die Rechnung mit den Metern besonders unbequem. Hier muß man schon mit Zentimetern messen, während bei der Kilohertzrechnung wieder ein gleichmäßiger Abstand vorhanden ist, diesmal von 10 Kilohertz.

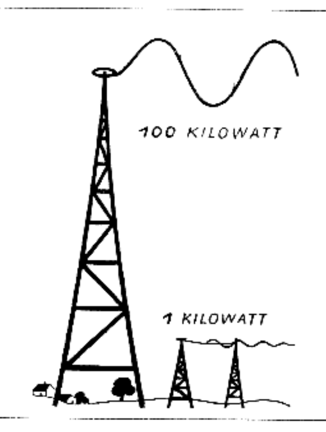
	m	Sender	kHz	
	48,78	Caracas	6150	
0,08	48,86	Pittsburgh	6140	10
0,08	48,94	Kuala Lumpur . .	6130	10
0,08	49,02	New York	6120	10
0,08	49,10	Halifax	6110	10
0,08	49,18	Chicago	6100	10

---

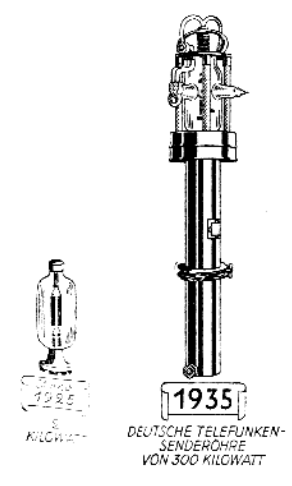
14. VON STARKEN UND SCHWACHEN SENDERN



Im Anfang waren die Sender nur schwach, sie sandten nur eine schwache Welle aus, die auf ihrem Wege schnell — wie beim Wasser — flacher und flacher wurde, so daß schon in geringem Umkreis ihr Vorhandensein gar nicht mehr festgestellt werden konnte.



Die Entwicklung der Röhrentechnik gestattete es aber bald, stärkere, weiter reichende Sender zu bauen, deren Stimme in immer weiterem Umkreis vernommen wurde. Andere Sendeantennengebilde, höhere Antennenmaste trugen ferner zur Vervollkommnung der Sendeleistungen bei.



DEUTSCHE TELEFUNKEN-SENDERÖHRE VON 300 KILOWATT

Aus den kleinen Senderröhren mit geringer hineingegebener und noch geringerer abgegebener Energie entwickelten sich die gewaltigen Röhren der letzten Jahre mit ihrer großen Leistungsabgabe. Aus Ortssendern wurden Bezirks- und schließlich Weltsender.

Wie man groß und klein, leicht und schwer messen kann, hier das Metermaß und dort das Kilogramm benutzt, so kann man auch Leistungen messen, Leistungen menschlicher Arbeit, die aber auch — und darauf kommt es uns hier an — Leistungen elektrischer Art sind.

Aber das wissen wir ja schon, denn wir kaufen schwache elektrische Lampen, die wir als 25-Watt-Lampen im Laden verlangen, oder starke elektrische Glühbirnen, die wir als 100-Watt-Lampen kaufen.

Der Begriff „Watt“ also bezeichnet die elektrische Leistung, sei es die bezogene oder die abgegebene.

Bei unseren Rundfunksendern haben wir es mit größeren Leistungen als mit W a t t leistungen zu tun. Mit einem Watt fangen wir gar nicht erst an, wir multiplizieren mit 1000 und sprechen von einem Kilowatt, wie beim Kilogramm von 1000 Gramm. Ein ordentlicher Rundfunksender hat heute eine Leistung von 100 Kilowatt. Das ist schon eine Anlage, die sich sehen lassen kann, wenn es auch bereits wesentlich stärkere Senderriesen gibt, z. B. solche mit 300 oder gar mit 500 Kilowatt.

15. HELFER BEIM EMPFANG

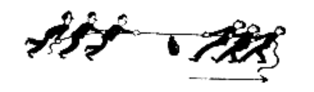
(Detektor und Röhre)

Helfer beim Empfang ist der „Gleichrichter“. Wir hörten in den vorigen Abschnitten, daß die ankommende Trägerwelle mit Ton beladen ist, der ihr abgenommen werden soll. In Röhrenempfängern erfüllt die „Audionstufe“ diese Aufgabe. Im röhrenlosen einfachen Detektorempfänger leistet der „Detektor“, auf den wir gleich eingehen werden, dieselbe Arbeit.

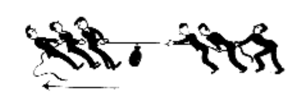
Wir wollen wieder einmal von einem Vergleich Gebrauch machen:



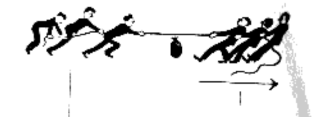
Die Männer spielen hier Tauziehen.



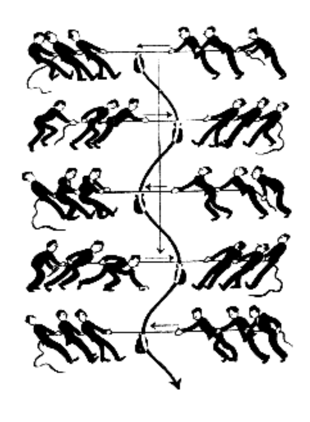
Dabei ziehen einmal die rechten stärker . . .



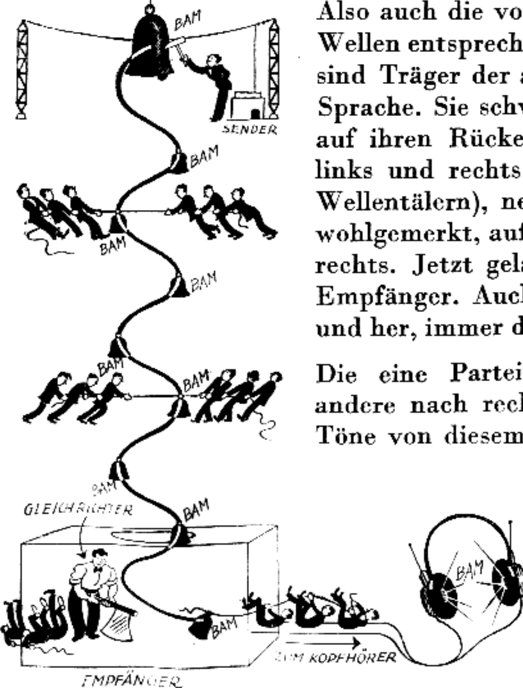
. . . einmal die linken stärker. . . .



. . . und so weiter.



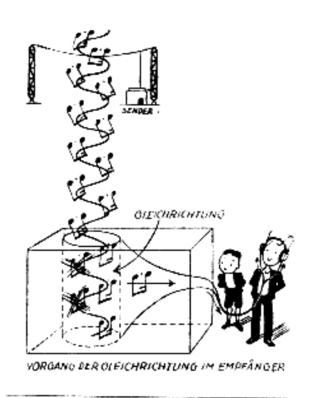
Nehmen wir an, das geschähe ganz gleichmäßig, in gleichmäßiger Stärke, einmal nach links, einmal nach rechts und immer in gleichen Zeitabständen. Stellen wir uns weiter vor, daß an den Tauen ein Gewicht, etwa ein Sack mit irgendeinem Inhalt hängt. Wenn sich nun die tauziehenden Männer bei ihrem Hin- und Herziehen gleichzeitig auch in der Richtung des senkrechten Pfeiles fortbewegen, so ergibt sich für das Gewicht ein Weg in Kurvenform. Diese Kurve entspricht der Wechselstromkurve.



Also auch die vom Sender ausgestrahlten Wellen entsprechen dieser Kurvenform. Sie sind Träger der aufgegebenen Musik oder Sprache. Sie schwanken hin und her, und auf ihren Rücken, den höchsten Stellen links und rechts (den Wellenbergen und Wellentälern), nehmen sie die Töne mit; wohlgemerkt, auf beiden Seiten, links und rechts. Jetzt gelangen die Wellen in den Empfänger. Auch hier schwingen sie hin und her, immer die Töne mit sich tragend.

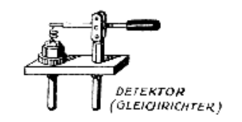
Die eine Partei zieht nach links, die andere nach rechts, wir wollen aber die Töne von diesem Hin und Her lösen, um sie in den Kopfhörer zu bekommen. Deshalb stellen wir im Empfänger einen Mann auf, den Gleichrichter, der mit einem Beil bewaffnet, das Tau kappt.

Schon sind die Töne frei und sausen über die entsprechende Leitung in den Kopfhörer.

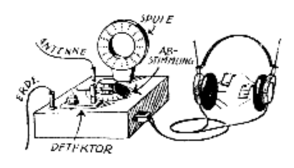


VORGANG DER GLEICHRICHTUNG IM EMPFÄNGER

Um uns technisch auszudrücken: Die vom Sender ausgestrahlte Welle wird mit Musik beladen, sie wird „moduliert“, und trägt als Trägerwelle die elektrischen Musik- oder Sprachschwingungen in den Empfänger. Hier sorgt eine besondere Einrichtung für die Gleichrichtung der Trägerwelle, damit nicht die links transportierten Töne die rechts transportierten aufheben.



Ein solcher Gleichrichter ist der uns allen bekannte Detektor (Kristalldetektor). Er schneidet tatsächlich die eine Hälfte der über ihn geleiteten Wechselschwingungen ab und läßt nur die andere Hälfte hindurch.

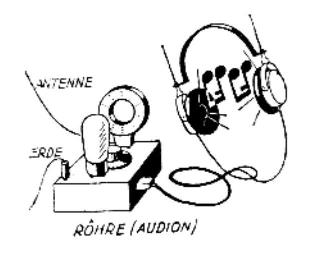


Hier findet der Detektor im Detektorempfänger Anwendung. Die Wellen kommen von dem Sender über die Antenne an. Mit Hilfe der Abstimmung suchen wir uns die Welle des gewünschten Senders heraus. Sie ist beiderseitig musikbeladen und wird — zum Detektor gelangt — gleichgerichtet.

Die freien Musikschwingungen kommen zum Kopfhörer und werden hier in akustische Schwingungen umgewandelt.

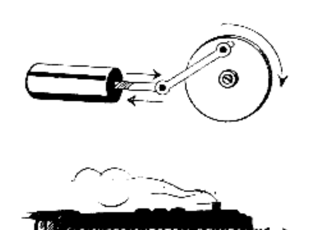
16. GLÄSERNES WUNDERWERK RÖHRE

(Die Elektronenröhre)

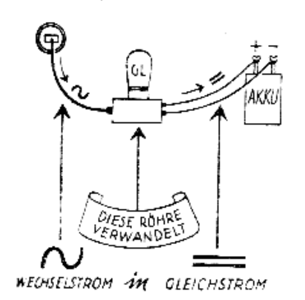


Statt des Kristalldetektors oder Kristallgleichrichters können wir die Gleichrichtung auch mit Hilfe einer Röhre vornehmen (Röhrengleichrichtung) und dabei die Verstärkerwirkung der Röhre, von der gleich noch die Rede sein soll, ausnutzen. Dadurch können wir im angeschlossenen Kopfhörer lauter hören als beim Kristalldetektorempfänger.

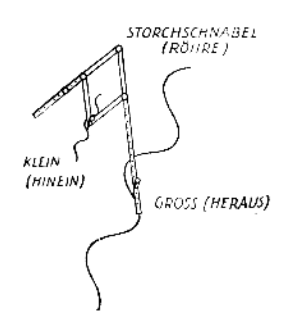
Daß man mit Hilfe einer Röhre (Elektronenröhre) gleichrichten kann, wie mit einem Detektor, deuteten wir eben an. Bleiben wir noch einen Augenblick bei der Gleichrichtung. Wenn etwas gleichzurichten ist, so kann das nur etwas sein, was seine Richtung ständig wechselt, so z. B. ein Wechselstrom, eine Wechselschwingung. Die vom Sender kommende Welle ist eine Wechselschwingung, die wir gleichzurichten haben. Aber auch der Netzwechselstrom muß unter Umständen in Gleichstrom verwandelt, gleichgerichtet werden. Das alles geschieht mit Hilfe einer der genialsten Erfindungen des letzten Jahrzehnts: mit der Elektronenröhre.



Was Gleichrichtung bedeutet, wird uns aus den folgenden Vergleichen noch verständlicher werden. Links hier im Bilde ist der Kolben einer Dampfmaschine; er geht hin und her, wechselt ständig seine Richtung. Verbindet man ihn mit einem Schwungrad (wie im Bilde), so wird die Wechselbewegung umgesetzt in eine gleichmäßige Bewegung in nur einer Richtung (Bewegung des Rades). Diese Gleichrichtung wird noch sinnfälliger, wenn wir diese Dampfmaschine mit dem Rad auf Schienen setzen und zur Lokomotive werden lassen.



Wie gesagt: In elektrischer Hinsicht kann eine Elektronenröhre die Gleichrichtung vornehmen. In jedem Radioladen können wir Röhrengleichrichter, etwa zum Akkumulatorenladen, kaufen, die aus Wechselstrom Gleichstrom machen.



Für die Rundfunktechnik ist aber fast noch wichtiger, die Verstärkerwirkung der Röhre, die Tatsache, daß sie kleine, ihr mitgeteilte Impulse als große wieder abzugeben vermag.

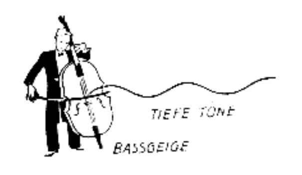
Sie wirkt etwa so, wie der Storchschnabel in der Hand des Zeichners, der aus einer kleinen Wellenlinie eine große macht.



Nehmen wir Schallschwingungen an, von denen wir wissen,



daß sie bei hohen Tönen schnell ...



bei tiefen Tönen langsam vonstatten gehen ...

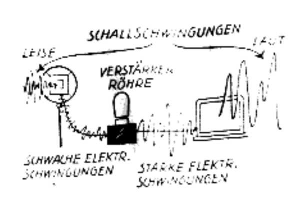
und daß sie beim Spielen einer aus hohen und tiefen Tönen zusammengesetzten Melodie, etwa so wie links hier im Bilde, aussehen würden.



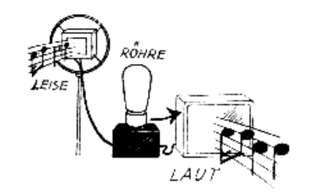
Wir wissen ferner, daß diese Schallschwingungen durch ein Mikrofon in entsprechende elektrische Schwingungen umgesetzt werden.



Würden wir hinter die Mikrofonanlage einen Kopfhörer schalten, so würden wir in diesem die vor dem Mikrofon erzeugten Töne hören können, aber nur sehr leise.



Hier hilft die Röhre, die, in geeigneter Weise zwischengeschaltet, die schwachen elektrischen Schwingungen umsetzt in starke elektrische Schwingungen, so daß wir nach der Verstärkung lauter hören können.



Etwas anders dargestellt, würde das etwa so wie hier aussehen.

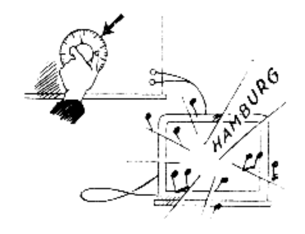


Die Röhre vermag aber nicht nur Schallwellen (in elektrischer Form), die verhältnismäßig langsam schwingen und niederfrequenter Natur sind, zu verstärken (Niederfrequenzverstärker), sondern auch die ankommenden Senderwellen hochfrequenter Art. Sie übertragen jede noch so feine Schwingung und Schwingungsänderung ins Große. Wie der Steuermann eines Riesendampfers auf der Kommandobrücke nur ein klein wenig an seinem Steuerrad zu drehen braucht, um dadurch zu veranlassen, daß das gewaltige Steuerruder des Ozeandampfers sich nach rechts oder links bewegt, spricht man auch bei der Röhre von ihrer Steuerwirkung.

Nur mit Hilfe von Röhren ist es möglich, die ankommenden schwachen Sendewellen zu verstärken, zu bearbeiten, ihnen die leichte Last der Schallwellen abzunehmen und — wenn es sein muß — tausenden und abertausenden Hörern durch die starke Stimme der Lautsprecher das in der Ferne gesprochene Wort wiederzugeben. Ein Triumph der Technik, wie er sich selten schneller und größer offenbart hat.

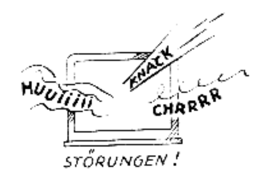
17. KAMPF GEGEN HÖRERFEINDE

(Störungen und Empfangsschwund)



Wir stellen den Empfänger auf eine bestimmte Wellenlänge ein . . .

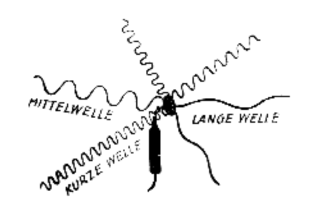
und hören einen Sender . . .



oder aber wir hören Störungen.

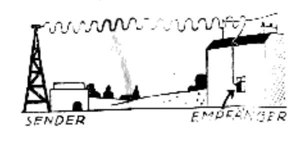


Hier ist noch ein Sender, nämlich ein Hochfrequenzheilgerät. Es sendet Wellen aus wie die Rundfunksender (wenn auch schwächere).

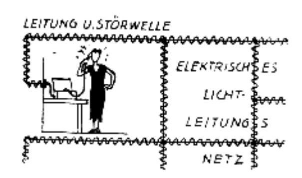


. . . aber nicht nur Wellen einer bestimmten Länge, sondern viele Wellen verschiedenster Längen.

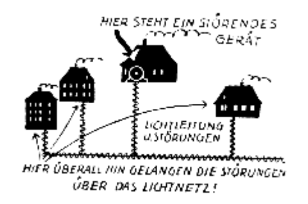
Darum hören wir, wenn ein Heilgerät in der Nähe arbeitet, Störungen, wie wir auch den Empfänger einstellen mögen.



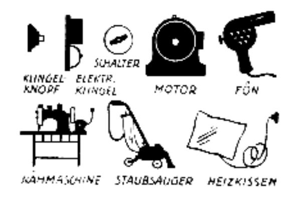
Wellen pflanzen sich fort, erstens durch den Aether, . . .



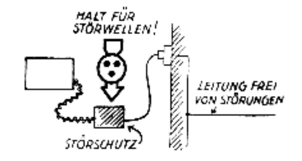
zweitens, und zwar noch besser, längs Leitungen. Bei der Fortpflanzung durch den Aether klingen die Wellen schneller ab.



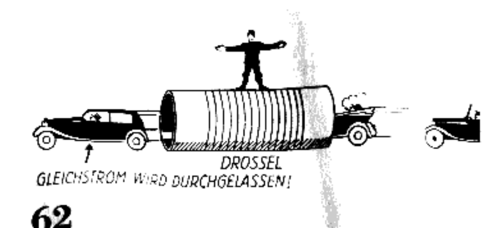
Ueber das Lichtnetz gelangen die Störungen leicht aus einer Wohnung in viele andere.



Aber nicht nur Heilgeräte stören, sondern alle elektrischen Geräte, bei denen Funkenbildung auftritt. Auch bei Tischventilatoren und Tischfeuerzeugen mit Batterien entstehen Funken. Alle diese Geräte sind an das elektrische Lichtnetz angeschlossen. Also: verhindern, daß die Störungen in das Lichtnetz gelangen! Und zwar durch Einbau eines sogenannten Störschutzgerätes zwischen Störsender und Lichtnetz.



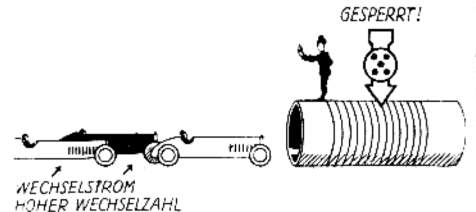
Solch ein Störungsschutz ist oft nur eine sogenannte Drossel, d. h. eine Spule mit mehr oder weniger Drahtwindungen.



Eine Drossel läßt Gleichstrom hindurch . . .



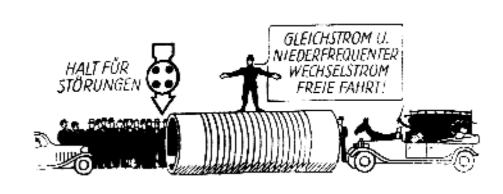
... und auch Wechselstrom niedriger Wechselzahl (Frequenz).



Wechselstrom hoher Wechselzahl (Frequenz) dagegen kommt nicht durch die Drossel hindurch.



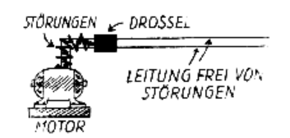
Störschwingungen (Störungen) sind Wechselströme hoher Wechselzahl (Frequenz), sie werden also, wenn sie über die Leitung ankommen, durch die zwischengeschaltete Drossel nicht hindurchgelassen.



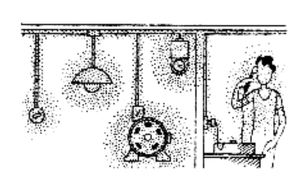


Für den Betrieb eines Netzempfängers ist Gleichstrom oder Wechselstrom niedriger Wechselzahl notwendig. Er wird durch die Drossel hindurchgelassen, während die gleichzeitig und über dieselbe Leitung ankommenden Störschwingungen vor der Drossel Halt machen müssen und nicht zum Empfänger gelangen können.





Diese Bilder zeigen, wie sich die Verhältnisse in der Praxis ergeben. Wenn der Motor läuft, so erzeugt er Störungen, die sich längs der elektrischen Leitung fortpflanzen. Man schaltet deshalb eine Drossel nahe am Motor ein, so daß die abführenden Leitungen frei von Störungen sind.



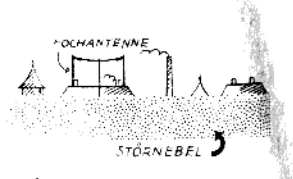
Nicht überall ist ein Störschutz eingebaut, und so kommt es, daß sich Störungen, von hier und dort kommend, in unsere Wohnung einschleichen.



So ist jedes einzelne Haus mehr oder weniger in einen „Störnebel" eingehüllt.



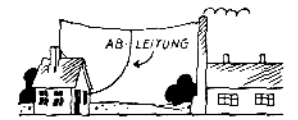
Bedenkt man aber, daß in Städten weit mehr Störquellen vorhanden sind als wir bisher angaben, nämlich Straßenbahnen, Lichtreklamen usw., so wird es verständlich, wenn wir sagen, daß ganze Orte in den Störnebel eingetaucht sind.



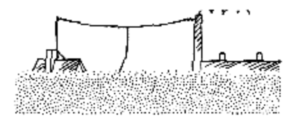
Lediglich eine hoch angebrachte Antenne bleibt unbeeinflußt von Störungen, sie liegt oberhalb des Störnebels, der ungefähr bis zur Dachhöhe reicht!



Uns sind vor allem die waagerecht ausgespannten Hochantennen bekannt, aber eine Hochantenne kann auch so, wie hier im Bilde gezeigt, aussehen (*Vertikalantenne*). Also auch *ein so ausgespannter* Draht „empfängt" die Wellen, nimmt sie auf.



Das, was unsere waagerecht ausgespannten Hochantennen empfangen, muß dem Rundfunkgerät zugeführt werden. Das geschieht mit Hilfe der „*Antennenableitung*".

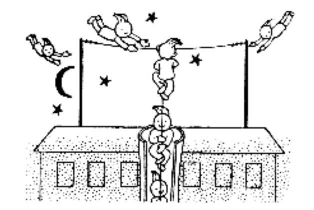


Diese Ableitung aber nimmt ihren Weg durch den Störnebel, und da sie auch „empfängt" (aufnimmt), wie aus der Bemerkung zur Vertikalantenne weiter oben hervorgeht, so wäre der ganze Vorteil des Aufbaues einer Hochantenne *hinfällig*, zumindest *in bezug auf* ihre Störungsfreiheit.

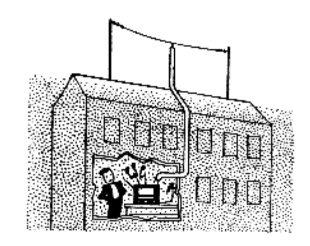
Es gibt ein Mittel, diesem Uebelstand zu begegnen.



Hier in diesem Bilde haben wir die ankommenden Wellen durch Wellenmännchen angedeutet. Diese Wellenmännchen klettern, sobald sie *auf die Antenne gelangt sind, an der* Ableitung herunter, gelangen in den Störnebel, der sie verunreinigt, so daß sie nicht mehr sauber in den Apparat gelangen können.



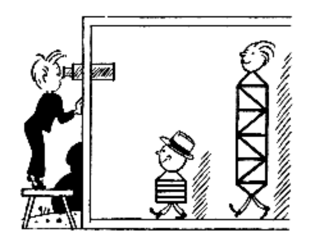
Damit diese Wellenmännchen unbeeinflußt von dem Störnebel sauber zum Empfänger an der Ableitung herabgleiten können, bringen wir rings um die Ableitung herum einen metallischen Kanal an. Im Schutze dieses Schachtes gleiten die Wellenmännchen sauber und leicht zum Empfänger, ohne mit dem Störnebel in Berührung zu kommen.



In der Praxis macht man es so, daß man die Antennenableitung mit einem metallischen Schlauch umgibt, der selber nicht in Berührung mit der Antennenableitung steht und somit den Störnebel von ihr fernhält. Eine solche Antennenableitung nennt man „abgeschirmte" Antennenableitung. Sie ist überall im Handel erhältlich. (Telefunken-Silberleitung).

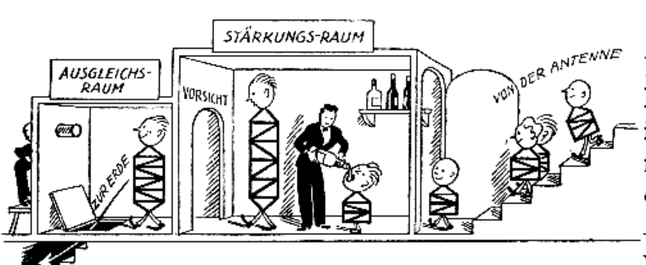
Eine merkwürdige Erscheinung, die allerdings verschiedene Erklärungen gefunden hat, gegen die es aber auch wirksame Gegenmittel gibt, sind die sogenannten Fadings, zu deutsch „Schwunderscheinungen". Ferne Sender werden beim Empfang manchmal schwächer und schwächer, werden unhörbar, um nach einiger Zeit wieder lautstark wie zuvor im Lautsprecher zu ertönen. Lange Zeit hatte man sich mit dieser Tatsache abgefunden, bis man sowohl „senderseitig" als auch „empfängerseitig" gegen diese unerwünschten, periodisch auftretenden Empfangsschwächungen vorging.

Senderseitig baut man neuartige „schwundfreie" Antennenanlagen; empfängerseitig geht man ganz raffiniert vor.



Zum Verständnis der Methode wieder ein Vergleich, diesmal aus dem Gebiet der Optik.

Hier im Bild steht ein Mann hinter einer Wand und schaut durch ein Fernglas in den Raum hinein, in den die gewünschten Sender eintreten. Sind diese Sender sehr schwach, dann sieht er sie nicht. Bei Sendern mit Schwunderscheinungen sieht er sie eine Zeitlang, dann aber werden sie schwach und schwächer und entrücken seinem Blickfeld. Aufgabe des hinzugenommenen Schwundausgleichs ist es also, dafür Sorge zu tragen, daß nur solche Sender in den Beobachtungsraum hineingelangen, die so groß und stark sind, daß der Beobachter sie sehen kann.



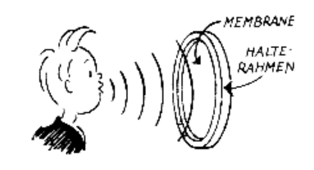
Man stärkt deshalb die Sender in einem Vorraum derart, daß sie in dem Augenblick, in welchem sie in den Beobachtungsraum hineintreten, kräftig und hoch genug sind, um vom Beobachter erfaßt werden zu können. Es ist ihnen in dem Beobachtungsraum, der zugleich ein Ausgleichsraum ist, aber auch eine obere Grenze gesetzt. Ueber eine gewisse Stärke können sie also nicht hinausgelangen. Dadurch ergibt sich für den Beobachter eine gleichbleibende Möglichkeit des Erfassens aller in den Beobachtungsraum hineingelangenden Sender.

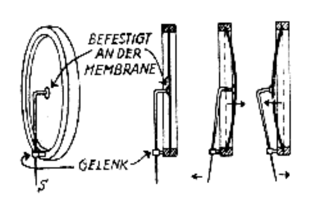
Wenn wir das jetzt ins Funktechnische übersetzen wollen, so sieht der Schwundausgleich so aus, daß die ankommenden Senderdarbietungen (die zunächst nur einmal elektrische Schwingungen sind) alle sehr verstärkt werden, und er sorgt gleichzeitig dafür, daß sie nicht über einen bestimmten Stärkegrad hinauswachsen. Im Lautsprecher wird man also auch jene Sender gleichmäßig laut hören, die an und für sich Schwunderscheinungen unterworfen sind.

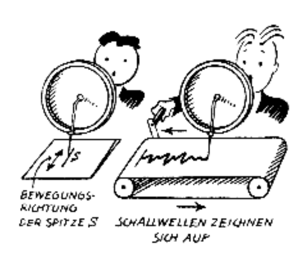
---

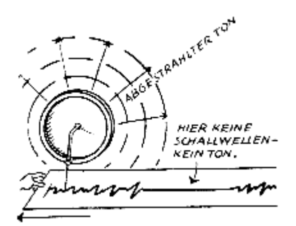
18. GEBANNTER SCHALL

(Von Schallplatten)



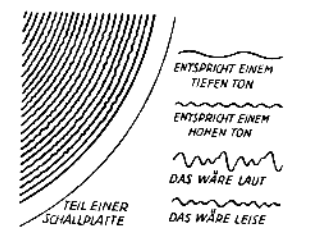




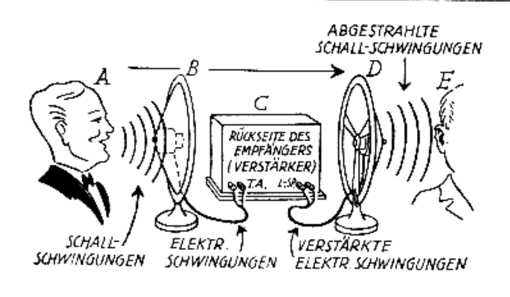


Wenn wir gegen eine Membran sprechen, so gerät diese in Schwingungen; bei hohen Tönen in schnelle Schwingungen, bei tiefen Tönen in langsame. Sie schwingt im Rhythmus der sie treffenden Schallwellen. Würde man an dieser Membran einen Stift anbringen, wie im Bild links gezeichnet, so würden die Hin- und Herbewegungen der Membran auf den Stift übertragen werden, der über ein Gelenk beweglich befestigt ist. Die Spitze S würde demnach die Schallschwingungen getreu mitmachen. Nehmen wir an, die Spitze S wäre ein Schreibstift, so würde sie auf einer darunterliegenden Schreibfläche während der Schwingungen der Membran einen Strich aufzeichnen. Zieht man aber das Papier gleichmäßig unter dem Schreibstift fort, so entstehen aufgezeichnete Schallschwingungen. Nun könnte man sich vorstellen, daß die Schallschwingungen nicht auf ein Papier aufgeschrieben, sondern in ein unter der Spitze fortbewegtes anderes Material eingeritzt werden. Setzt man jetzt eine normale akustische Schalldose (die im großen und ganzen dem oben angedeuteten System entspricht) mit der Nadelspitze in die entstandene Schallrille und bewegt die Platte mit den Schallaufzeichnungen gleichmäßig im gleichen Tempo wie bei der Aufnahme fort, so wird die Membran über den Stift gezwungen, den eingeritzten Schallschwingungen entsprechende Schwingungen mitzumachen. Diese werden an die Luft weitergegeben, und die Töne sind da.

Soweit das Prinzipielle. Aber noch viele Fragen wären zu klären, ehe man zu einer praktischen Verwendbarkeit gelangt.

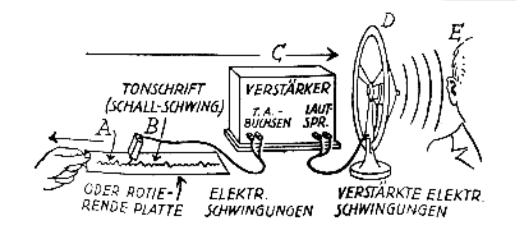


Zunächst: Man wird möglichst lange oder viele Schallrillen auf engem Raum unterbringen wollen, und so kommt man auf die Kreisplatte und ihre Spiralrillen. Bei der Aufnahme wird die Aufnahmeschalldose so geführt, daß spiralförmige Eingravierungen entstehen. Vergrößert sehen Teile einer solchen Platte so aus wie hier im Bilde.



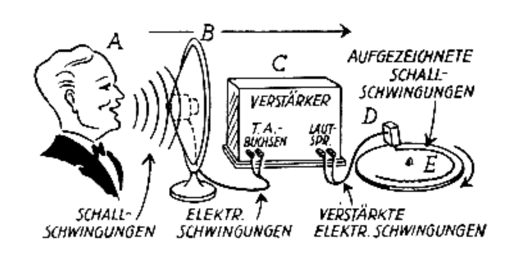
Wie wird die auf die Platte gebannte Musik oder Sprache elektrisch wiedergegeben?

Sehen wir uns dieses Bild an. A teilt durch Sprechen Schallschwingungen der Membran des Lautsprechers B mit. Diese werden in der Lautsprecherdose in elektrische Schwingungen umgesetzt, unter Zuhilfenahme des Verstärkerteils eines Empfängers verstärkt und zum Lautsprecher D weitergeleitet, der die elektrischen Schwingungen zurückverwandelt in akustische Schwingungen.

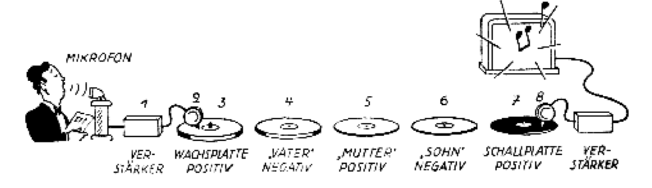


Statt der großen Membran bei B, welche die Schallschwingungen aufnimmt, benutzen wir ein besonderes, dem Lautsprechersystem ähnliches Gebilde, die elektrische Abtastdose.

Die Schallschwingungen werden dem System nicht mehr über Luftwellen und Membran zugeführt, sondern die Nadelspitze wird durch Schallaufzeichnungen in Schwingungen versetzt, die, wie vorher in elektrische umgeformt, von C verstärkt und bei D akustisch wiedergegeben werden: Wiedergabe aufgezeichneter Schallschwingungen. Wiedererweckung gebannten Schalles.



Nun kann man aber auch umgekehrt vorgehen und die Abtastdose, die jetzt zur Schreibdose wird, an die Stelle von D bringen und die Schwingungen der Nadel in ein bewegtes Aufzeichnungsmaterial eingravieren lassen. Statt des Lautsprechers bei A, der hier zur Schallaufnahme diente, wird bei der Schallplattenfabrikation praktisch ein hochwertiges Mikrofon benutzt.

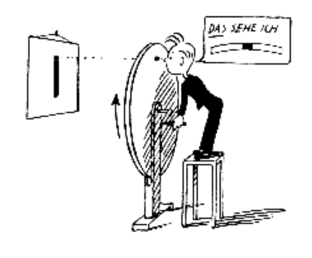


Die Aufnahmeplatten bestehen bei der fabrikmäßigen Herstellung aus Wachs.

Von diesen Urplatten wird auf galvanischem Wege ein Negativ hergestellt, der „Vater", von diesem wieder ein Positiv, die „Mutter", die wiederum einen „Sohn" hergibt, der als Negativ zum Pressen der schönen schwarzen und braunen Schallplatten für den Verkauf benutzt wird.

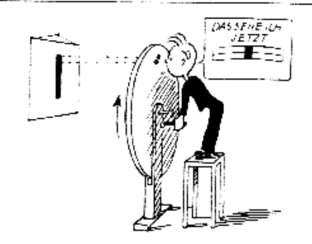
19. EIN WUNSCHTRAUM GEHT IN ERFÜLLUNG

(Fernsehen)

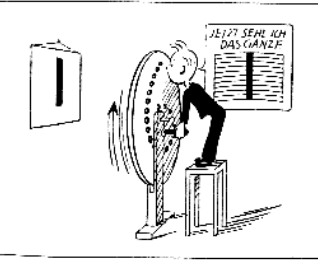


Wir stellen die Aufgabe, eine einfache Zeichnung von hier nach dort zu übertragen, um später die zweite Aufgabe zu lösen, bewegte Bilder zu verschicken. Einige Vorversuche werden uns auf den richtigen Weg bringen.

Hier dreht jemand eine Scheibe, die ein kleines Loch hat, und beobachtet gleichzeitig durch dieses vorbeigleitende Loch die Zeichnung. Er sieht beim schnellen Kreisen der Scheibe eine „Zeile“ des Bildes.



Würde man ein zweites Loch auf der Scheibe anbringen, das gegen das erste etwas zum Mittelpunkt hin verschoben ist, dann würde man schon zwei Zeilen des Bildes erkennen können.



Würde man aber noch viel mehr Löcher auf der Scheibe anbringen, die in Spiralform anzuordnen wären, so könnte man bei der schnellen Drehung der Scheibe das in einzelne Zeilen aufgeteilte Gesamtbild der Zeichnung erkennen.

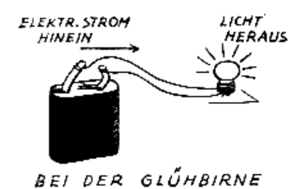

DAS ELEKTRISCHE AUGE, WIE DER KLEINE BALDUIN ES SICH VORSTELLT!

Für die ersten Versuche der Laboratorien war eine große Erfindung, die damals gemacht wurde, äußerst wichtig: die Erfindung des elektrischen Auges oder der Fotozelle, wie die Physiker es nannten.



FOTOZELLE

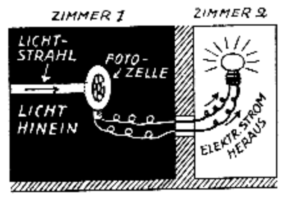
In Wirklichkeit sah das „elektrische Auge“, die Fotozelle, aber etwas anders aus als im vorigen Bild gezeigt, nämlich so, wie hier gezeichnet.



BEI DER GLÜHBIRNE

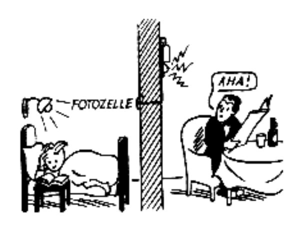
Aber uns interessiert ja viel mehr, was das elektrische Auge kann, als wie es aussieht. Nun, es kann Licht in elektrischen Strom verwandeln. Die Fotozelle ist eigentlich nichts anderes als eine elektrische Glühlampe mit umgekehrten Vorzeichen.

Bei der Glühlampe: elektrischer Strom hinein — Licht heraus.



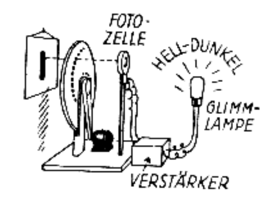
BEI DER FOTOZELLE

Bei der Fotozelle: Licht hinein — elektrischer Strom heraus. (Theoretisch könnte man also der Fotozelle Strom entnehmen — wenn Licht auf sie fällt —, um mit dem Strom wieder ein Glühlämpchen zu betreiben.)

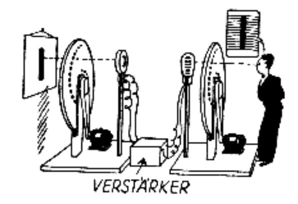


Ein kluger Vater könnte also auf den Gedanken kommen, in dem Schlafzimmer seines Sohnes eine Fotozelle anzubringen und bei sich eine elektrische Klingel. So könnte er wunderschön kontrollieren, ob der Sohn des Nachts im Bett noch Schmöker liest oder nicht.

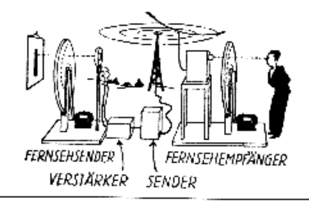
Doch kehren wir zu unserer Versuchsanordnung mit der drehbaren Spiralscheibe zurück, die übrigens eine deutsche Erfindung ist. Nipkow hieß der geniale Forscher. Nach ihm wurde die Spiralscheibe „Nipkowscheibe“ genannt.



Ersetzt man nun das menschliche Auge durch das elektrische Auge (die Fotozelle) und treibt die Lochscheibe mit Hilfe eines kleinen Motors an, so würde sich die hier gezeichnete Anordnung ergeben. Mit dem von der Fotozelle gelieferten Strom wird eine kleine Glimmlampe betrieben. Sie wird also aufleuchten und dann wieder dunkel sein, entsprechend dem Rhythmus der von der Fotozelle zugeführten Stromstöße.



Geht man nun noch einen Schritt weiter und bringt vor der Glimmlampe auch eine spiralig mit Löchern versehene Drehscheibe an, die genau so schnell rotiert wie die erste Lochscheibe, so wird ein Beobachter hinter dieser Scheibe den Eindruck des Ausgangsbildes haben. So könnte man schon auf weite Strecken hin über Kabel das ursprüngliche Bild fernsehen.

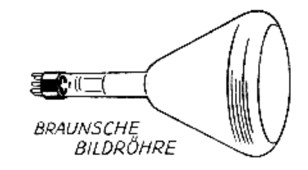


Ersetzt man das Kabel durch eine Sendeanlage und Aetherwellen wie im Rundfunk, so ist man damit zum drahtlosen Fernsehen vorgedrungen.

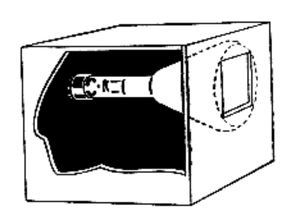


Eine der ersten Fernsehempfangs-Apparaturen, die nach den eben beschriebenen Prinzipien arbeitet, ist hier abgebildet.

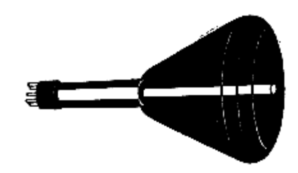
In einem kleinen Fensterchen, vor dem sogar noch ein Vergrößerungsglas angebracht war, konnte man die bewegten Fernsehbilder schlecht und recht erkennen, eine außerordentlich komplizierte Bedienung der Fernsehapparatur erschwerte das Umgehen mit ihr.



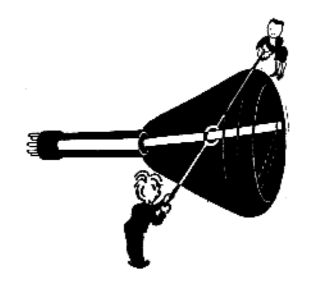
Aber eine bedeutende Erfindung förderte den Fortschritt, eine Erfindung, deren Prinzip älteren Datums war und zu anderen Zwecken bereits Verwendung fand, nun aber für das Fernsehen übernommen wurde: die Braunsche Röhre, jenes merkwürdige Glasgebilde, das wir hier links abgebildet haben.



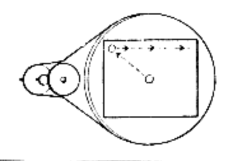
In jeder modernen Fernsehapparatur ist eine solche Braunsche Röhre eingebaut. Auf ihrem kolbenartig abgestumpften Ende erscheinen die Bilder.



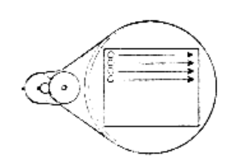
Ein für das menschliche Auge unsichtbarer Strahl, ein sogenannter Elektronenstrahl, geht von dem einen Ende der Röhre aus und fällt auf die gegenüberliegende Glaswandung. Diese ist mit einer fluoreszierenden Schicht bestrichen, die dort aufleuchtet, wo sie von dem Elektronenstrahl getroffen wird; das äußert sich durch das Erscheinen eines helleuchtenden Punktes. Zur Erzeugung des Elektronenstrahles sind hohe Spannungen (Anodenspannungen) erforderlich, die von einem sogenannten Netzanschlußgerät geliefert werden.



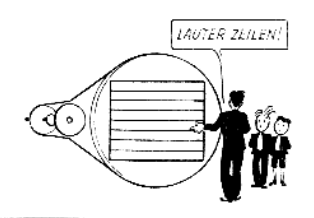
Mit Hilfe einer sinnreichen elektrischen Einrichtung wird der Elektronenstrahl hin und her und auf und ab befördert. Die zu diesem Vorgang erforderliche Apparatur nennt der Techniker „Ablenkgerät“.



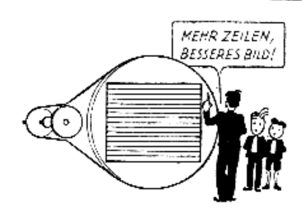
Der helle Punkt soll also die Aufgabe übernehmen, das ganze Fernsehbild zu zeichnen. Oben links fängt er an.



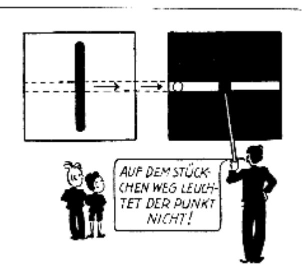
Mit großer Geschwindigkeit läuft er über die Bildfläche von links nach rechts, Zeile unter Zeile setzend.



Malt er wenige Zeilen, so wird man die einzelnen Zeilen, so schnell er auch hin und her gehen mag, noch als solche erkennen.



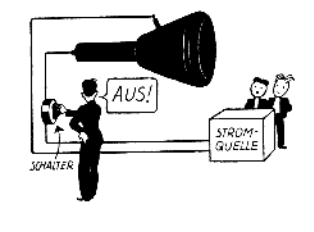
Malt er viele Zeilen in der gleichen Zeit, so wird sich dem Auge der Eindruck einer leuchtenden Fläche darbieten, auf der man kaum noch die einzelnen Zeilen erkennen kann. Der Punkt flitzt so schnell von links nach rechts, Zeile für Zeile, daß die trägeren Augennerven dieser Geschwindigkeit nicht mehr folgen können und somit der Eindruck „ganze, helle Fläche" entsteht.



Es genügt aber nicht allein ein Hin- und Herziehen und Ab- und Aufwärtsbewegen des unsichtbaren Lichtstrahles Zeile für Zeile, wir müssen vielmehr, um einen Bildeindruck zu bekommen, diesen hellen Lichtpunkt auch manchmal verschwinden lassen können.

Greifen wir zurück auf unsere ersten Darlegungen, bei denen es sich darum handelte, das Bild eines schwarzen Striches fernsehtechnisch zu übertragen. Bei dieser

Wiedergabe müßte der Lichtpunkt, wenn er die im Bilde links angedeutete Zeile zeichnet, auf dem ersten Teil seines Weges leuchten, dann in der Mitte verlöschen und den Rest seines Weges wieder leuchtend zurücklegen.



Das könnte man, wenn man fix genug wäre, mechanisch dadurch erreichen, daß man die Stromquelle zur Braunschen Röhre einschaltet, ausschaltet und wieder einschaltet, ein umständliches und viel zu träges Verfahren. Man macht das auf elektrischem Wege automatisch. Und zwar wird der Elektronenstrahl „gesteuert“ — ein Ausdruck, den wir früher schon bei der Behandlung der Röhre kennen lernten.

Die Steuerung des Elektronenstrahles geschieht durch die ankommenden Stromimpulse, die ihren Ursprung senderseitig in der Fotozelle hinter der Nipkowschen Scheibe haben. Das nächste Bild soll die gesamten Vorgänge bei der Uebertragung einer Bildzeile erläutern.

So wie in der Zeichnung dargestellt, wird das ganze Bild Zeile für Zeile übertragen, wobei 180 Zeilen innerhalb des kurzen Zeitraumes von nur $^{1}/_{25}$ Sekunde bestrichen werden. Neuerdings ist man sogar auf 360 Zeilen übergegangen, wodurch eine noch klarere Bildwiedergabe erreicht wird. Daß man $^{1}/_{25}$ Sekunde wählte, ist kein Zufall, denn man mußte bewegte Bilder übertragen und so sah man sich genötigt, in der Sekunde 25 feste Bilder ganz ähnlich wie beim Film vorübergleiten zu lassen. Jedes dieser 25 Bilder setzt sich wiederum aus der erwähnten Zeilenzahl zusammen.

Vorgang während der Fernsehsendung einer Bildzeile

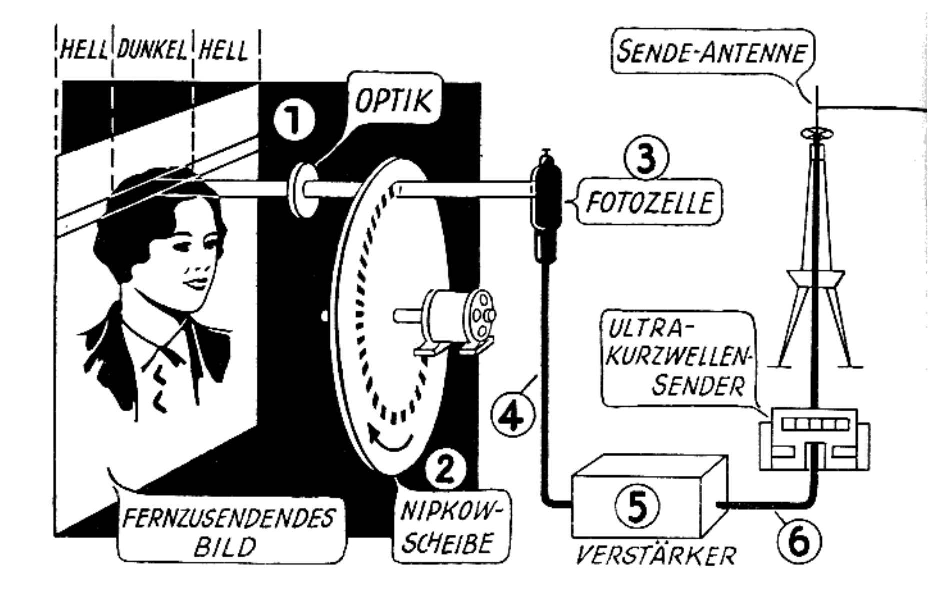
1 Jede Zeile des Bildes besteht aus hellen und dunklen Stellen.

2 Jedes Loch der Nipkowschen Scheibe läßt die Lichteindrücke einer Zeile hindurch.

3 Die Fotozelle, das elektrische Auge, sieht während des Ablaufes dieser Zeile:

hell **dunkel** **hell**

und verwandelt Licht in elektrischen Strom.



4 In der Leitung fließt der Strom, oder auch kein Strom, je nachdem ob die Fotozelle Licht oder kein Licht erhalten hat. Beim Ablauf unserer Zeile:

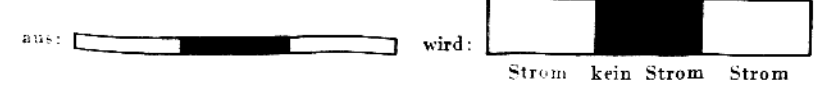
Strom **kein Strom** Strom

6 Die verstärkten Stromstöße werden durch Kabel zum Sender gegeben.

7 Die vom Sender ausgestrahlten Wellen tragen auf ihrem Rücken die Meldungen:

Strom — **kein** Strom — Strom in den Aether hinaus.

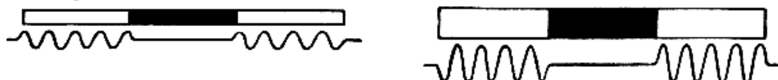
5 Die ankommenden Stromstöße sind sehr schwach, sie werden verstärkt:



Strom **kein Strom** Strom

8 Die Antenne am Empfangsort fängt die ausgestrahlten Wellen auf. Sie werden dem Fernsehempfänger zugeführt.

9 Im Empfänger werden die ankommenden Wellen mit ihrer Last verstärkt:



10 Im Empfänger werden dem Ultrakurzwellen-Träger die Helligkeitswerte wieder abgenommen.

ALS TRÄGER DIENT DIE ULTRAKURZWELLE
8 EMPFÄNGER-ANTENNE
7
HELL DUNKEL HELL
ELEKTRONEN-STRAHL
13
11 GITTER
ABLENKSPULE
9
10
12
ULTRAKURZ-WELLEN-EMPFÄNGER
ABLENK-GERÄT
BRAUNSCHE BILDRÖHRE
FERNSEH-GERÄT

11 Entsprechend den Meldungen wird das Gitter der Braunschen Bildröhre beeinflußt. Bei der Meldung „Strom" läßt es den stets gleichmäßig stark abgesendeten Elektronenstrahl hindurch, bei der Meldung „kein Strom" hält es ihn auf.

12 Auf dem Leuchtschirm der Braunschen Bildröhre zeichnet der Elektronenstrahl während der Dauer der Meldung „Strom" eine leuchtende Zeile. Die Zeile bleibt dunkel bei der Meldung „kein Strom" denn das Gitter läßt dann den Elektronenstrahl nicht durch. (Und so Zeile für Zeile.)

13 Hier ist die gleiche Zeile wieder entstanden, die am Sendeort mit ihren Helligkeits- und Dunkelheitswerten aufgenommen wurde.